NUOVA ERI EDIZIONI RAI S.p.A.

Sede in Torino - Via Arsenale, 41 - Capitale Sociale L. 1.000.000.000 interamente versato n. 3760/87 - Reg. del Tribunale di Torino - Codice Fiscale N. 05351940019

BILANCIO AL 31/12/1993

STATO PATRIMONIALE

ATTIVO	1993	1992
A) CREDITI VERSO SOCI PER VERSAMENTI DOVUTI		
I) parte già richiamata		
II) parte non richiamata		
A) TOT. CREDITI VERSO SOCI PER VERSAMENTI DOVUTI	0	0
B) IMMOBILIZZAZIONI		
I) IMMOBILIZZAZIONI IMMATERIALI		
1) costi di impianto e di ampliamento		
2) costi di ricerca sviluppo e pubblicità		7 719 090 568
3) diritti brevetto, utilizz. opere d'ingegno		
4) concessioni licenze, marchi e simili		
5) avviamento		
6) immobilizzazioni in corso ed acconti		
7) altre immobilizzazioni immateriali	108 954 659	101 858 359
I) TOTALE IMMOBILIZZAZIONI IMMATERIALI	108 954 659	7 820 948 927
II) IMMOBILIZZAZIONI MATERIALI		
1) terreni e fabbricati	4 116 776 345	4.204 890 082
2) impianti e macchinario	153 169 538	174 325 475
3) attrezzature industriali e commerciali	1 168 117	2 336 636
4) altri beni	780 652 368	799 093.144
5) immobilizzazioni materiali in corso ed acconti		
II) TOTALE IMMOBILIZZAZIONI MATERIALI	5 051 766 368	5 180 645 337
III) IMMOBILIZZAZIONI FINANZIARIE		
1) partecipazioni in		
a) imprese controllate		
b) imprese collegate		
c) altre imprese	16 785 000	16.785 000
1) totale partecipazioni	16 785 000	16 785.000
2) crediti finanziari verso		
a) imp. controllate esigibili entro es. succ.		
b) imp. controllate esigibili oltre es. succ.		
c) imp. collegate esigibili entro es. succ		
d) imp. collegate esigibili oltre es. succ		
e) imp. controllanti esigibili entro es. succ		
f) imp. controllanti esigibili oltre es. succ.		
g) altri esigibili entro esercizio successivo		
h) altri esigibili oltre esercizio successivo		
2) totale crediti	0	
3) altri titoli		
4) azioni proprie		
III) TOTALE IMMOBILIZZAZIONI FINANZIARIE	16.785 000	16.785 000
B) TOTALE IMMOBILIZZAZIONI	5 177 506 027	13 018 379 264
C) ATTIVO CIRCOLANTE		
I) RIMANENZE		
1) materie prime, sussidiarie e di consumo	1 496 679.791	2.491.030 023
2) prodotti in corso di lav. e semilavorati	467 060 541	2 850 758 637
3) lavori in corso su ordinazione		
4) prodotti finiti e merci	4 791 857 672	9 346 913 107
I) TOTALE RIMANENZE	6.755 618 004	14 718.701 767
II) CREDITI		
1) crediti verso clienti		
a) esigibili entro esercizio successivo	25 228 295 063	31 235 461 691
b) esigibili oltre esercizio successivo		
1) totale crediti verso clienti	25 228 295 063	31 235 461 691
2) imprese controllate		
a) esigibili entro esercizio successivo		
b) esigibili oltre esercizio successivo		
2) totale crediti verso controllate	0	0
3) imprese correlate		
a) esigibili entro esercizio successivo	10 388 415 497	16 892 614 783
b) esigibili oltre esercizio successivo		
3) totale crediti verso correlate	10 388 415 497	16 892 614 783
4) imprese controllanti		
a) esigibili entro esercizio successivo		545 387 861
b) esigibili oltre esercizio successivo		
4) totale crediti verso controllanti	0	545 387 861
5) altri		
a) esigibili entro esercizio successivo	3.617.269 594	3.937 206 385
b) esigibili oltre esercizio successivo		
5) totale crediti verso altri	3 617.269 594	3.937 206 385
II) TOTALE CREDITI	39 233 980 154	52 610 670 720
III) ATTIVITÀ FINANZIARIE CHE NON COSTITUISCONO IMMOBILIZZAZIONI		
1) partecipazioni in società controllate		
2) partecipazioni in società collegate		
3) altre partecipazioni		
4) azioni proprie		
5) altri titoli		
III) ATTIVITÀ FINANZIARIE CHE NON COSTITUISCONO IMMOBILIZZAZIONI	0	0
III) TOTALE ATTIVITÀ FINANZIARIE CHE NON COSTITUISCONO IMMOBILIZZAZIONI	0	0
IV) DISPONIBILITÀ LIQUIDE		
1) depositi postali	52 069.495	51 325 749
2) assegni		
3) valori e denaro in cassa	127.927 657	125.777 400
IV) TOTALE DISPONIBILITÀ LIQUIDE	179 997 152	177 103 149
C) TOTALE ATTIVO CIRCOLANTE	46 169 595 310	67 506 475 638
D) RATEI E RISCONTI ATTIVI		
1) disaggio su prestiti		
2) altri ratei attivi		
3) altri risconti attivi	16.732.869	45 716 855
D) TOTALE RATEI E RISCONTI ATTIVI	16.732.869	45.716 855
TOTALE ATTIVO (A + B + C + D)	51 363 834.206	80 570 571 755

PASSIVO	1993	1992
A) PATRIMONIO NETTO		
I) CAPITALE	1.000 000 000	1.000.000 000
II) RISERVA SOVRAPPREZZO EMISSIONE AZIONI		
III) RISERVE DI RIVALUTAZIONE		
IV) RISERVA LEGALE	2 793.674	2 793 674
V) RISERVA AZIONI PROPRIE IN PORTAFOGLIO		
VI) RISERVE STATUTARIE		
VII) ALTRE RISERVE	91.903 489	91.903 489
VIII) UTILI (PERDITE) ES. PREC. PORTATI A NUOVO	(330 636 291)	
IX) UTILE (PERDITA) DELL'ESERCIZIO	(25 979 324.405)	(330 636 291)
A) TOTALE PATRIMONIO NETTO	(25 215.263 533)	764 060 872
B) FONDI PER RISCHI ED ONERI		
1) fondi trattamento quiescenza e simili	613 351 443	651 143 583
2) fondi per imposte		445 245 000
3) altri fondi	569 144 809	587.644 809
B) TOTALE FONDI PER RISCHI ED ONERI	1.182.496.252	1.684 833 392
C) TRATTAMENTO FINE RAPPORTO LAVORO SUBORD.		
1) fondo trattamento di fine rapporto	4 882 115 950	4 366 669 048
C) TOTALE TRATT. FINE RAPPORTO LAVORO SUBORD.	4 882 115 950	4 366 669 048
D) DEBITI		
1) obbligazioni		
a) in scadenza entro l'esercizio successivo		
b) in scadenza oltre l'esercizio successivo		
1) totale obbligazioni	0	0
2) obbligazioni convertibili		
a) in scadenza entro l'esercizio successivo		
b) in scadenza oltre l'esercizio successivo		
2) totale obbligazioni convertibili	0	0
3) debiti verso banche		
a) in scadenza entro l'esercizio successivo		
b) in scadenza oltre l'esercizio successivo	4 836.892 868	5 827 079 913
3) totale debiti verso banche	4 836 892 868	5 827 079 913
4) debiti verso altri finanziatori		
a) in scadenza entro l'esercizio successivo		
b) in scadenza oltre l'esercizio successivo		
4) totale debiti verso altri finanziatori	0	0
5) acconti da clienti		
a) in scadenza entro l'esercizio successivo	1 854 360 864	2.726.127.239
b) in scadenza oltre l'esercizio successivo		
5) totale acconti da clienti	1 854 360 864	2 726 127 239
6) debiti verso fornitori		
a) in scadenza entro l'esercizio successivo	24 218 015 504	29 878 667 716
b) in scadenza oltre l'esercizio successivo		
6) totale debiti verso fornitori	24.218 015.504	29 878 667 716
7) debiti rapp. da titoli di credito		
a) in scadenza entro l'esercizio successivo		
b) in scadenza oltre l'esercizio successivo		
7) totale debiti rapp. da titoli di credito	0	0
8) debiti verso imprese controllate		
a) in scadenza entro l'esercizio successivo		
b) in scadenza oltre l'esercizio successivo		
8) totale debiti verso imprese controllate	0	0
9) debiti verso imprese correlate		
a) in scadenza entro l'esercizio successivo	2 907.281 055	5 533.738 273
b) in scadenza oltre l'esercizio successivo		
9) totale debiti verso imprese correlate	2 907.281 055	5.533.738 273
10) debiti verso impresa controllante		
a) in scadenza entro l'esercizio successivo	27 426 059 439	20 453 473 675
b) in scadenza oltre l'esercizio successivo		
10) totale debiti verso impresa controllante	27 426 059.439	20 453.473 675
11) debiti tributari		
a) in scadenza entro l'esercizio successivo	908 509.721	819 246 149
b) in scadenza oltre l'esercizio successivo		
11) totale debiti tributari	908 509.721	819 246 149
12) debiti verso istituti previdenziali		
a) in scadenza entro l'esercizio successivo	711 546 939	671 881 503
b) in scadenza oltre l'esercizio successivo		
12) totale debiti verso istituti previdenziali	711 546 939	671 881 503
13) altri debiti		
a) in scadenza entro l'esercizio successivo	7.082 553.124	7 752 793.450
b) in scadenza oltre l'esercizio successivo		
13) totale altri debiti	7 082 553.124	7 752 793.450
D) TOTALE DEBITI	69 945 219 514	73 663 007 918
E) RATEI E RISCONTI PASSIVI		
1) aggio su prestiti		
2) altri ratei passivi	569 266 023	5 597 947
3) altri risconti passivi		87 202 578
E) TOTALE RATEI E RISCONTI PASSIVI	569.266 023	92 800 525
TOTALE PASSIVO (A + B + C + D + E)	51 363 834.206	80 570 571 755

CONTO ECONOMICO

	1993	1992
A) VALORE DELLA PRODUZIONE		
1) ricavi delle vendite e prestazioni	+ 69.048 453 218	+ 77 915 080 886
2) variaz. rim. semilavorati e finiti	(6 968.733 531)	+ 3.340 196.233
3) variaz. di lavori in corso su ordinazione		
4) incrementi immobilizzi per lavori interni		+ 7 516 210 842
5) altri ricavi e proventi	+ 47 794 677	
A) TOTALE VALORE DELLA PRODUZIONE	+ 62.127.514.364	+ 88.771 487 961
B) COSTI DELLA PRODUZIONE		
6) acquisti mat. prime, sussid., merci	- 7.332 793 620	- 9 593 898 693
7) prestazione di servizi	- 46 086 844 095	- 53 492 368.950
8) godimento di beni di terzi		
9) costi del personale		
a) salari e stipendi	- 11 138 670 141	- 10 605 329 387
b) oneri sociali	- 3 910 065 889	- 3 521 026 231
c) trattamento di fine rapporto	- 957 791.826	- 861 877 410
d) trattamenti di quiescenza e simili	- 895 865	- 151 479.779
e) altri costi del personale	- 173 085 772	- 967 960
9) totale costi del personale	- 16.180 309.493	- 15.140 680.787
10) ammortamenti e svalutazioni		
a) ammort. immob. immateriali	- 7.806 240 068	- 3 436 084 244
b) ammort. immob. materiali	- 356 359 002	- 350 748 880
c) altre svalutazioni delle immobilizz.		
d) svalutaz. cred. compresi nell'attivo circ.		
10) totale ammortamenti e svalutazioni	- 8.162 599 070	- 3.786 833 124
11) variaz. rim. materie prime, sussid. e merci	- 994 350 232	- 536.156.719
12) accantonamenti per rischi		
13) altri accantonamenti	- 3.974 600 000	- 990 700 000
14) oneri diversi di gestione	- 1.274 520 638	- 2 411.656.728
B) TOTALE COSTI DELLA PRODUZIONE	- 84 006 017 148	- 85 952.295 001
DIFFERENZA TRA VALORE E COSTI DI PRODUZIONE (A-B)	**(21.878.502.784)**	**2.819.192.960**
C) PROVENTI ED ONERI FINANZIARI		
15) proventi da partecipazioni in		
a) imprese controllate		
b) imprese collegate		
c) altre imprese		
d) altri proventi da partecipazioni		
15) totale proventi da partecipazioni	0	0
16) altri proventi finanziari		
a) proventi finanziari da crediti immob. in		
a1) imprese controllate		
a2) imprese collegate		
a3) impresa controllante		
a4) altri		
tot. proventi finanziari da crediti immob.	0	0
b) proventi finanziari da titoli immobilizz.		
c) proventi finanziari da titoli attivo circ.		
d) proventi finanziari da titoli diversi da		
d1) imprese controllate		
d2) imprese collegate		
d3) impresa controllante	+ 9 767.255	+ 525 912
d4) altri	+ 45.223 477	+ 47 719 311
tot. proventi finanziari da titoli diversi	+ 54 990.732	+ 48.245 223
16) totale altri proventi finanziari	+ 54 990 732	+ 48.245.223
TOTALE PROVENTI FINANZIARI	+ 54.990.732	48.245 223
17) interessi ed oneri finanziari da		
a) debiti verso imprese controllate		
b) debiti verso imprese collegate		
c) debiti verso impresa controllante	- 2 580 043 887	- 1 813 183 466
d) debiti verso banche	- 409 207 402	- 372.760 604
e) debiti per obbligazioni		
f) altri debiti	- 292 879 721	- 52 951.323
g) oneri finanziari diversi	- 178 077	- 43 249
17) totale interessi ed oneri finanziari	- 3 282 309 087	- 2 238 938 642
TOTALE ONERI FINANZIARI	- 3.282 309 087	- 2 238 938 642
C) DIFFERENZA TRA PROVENTI ED ONERI FINANZIARI	(3.227.318 355)	(2.190 693.419)
D) RETTIFICHE DI VALORE ATTIVITÀ FINANZIARIE		
18) rivalutazione attività finanziarie di:		
a) partecipazioni		
b) immobilizzazioni fin. non partecipazioni		
c) titoli iscritti attivo circ. non partecipaz.		
18) totale rivalutazioni	0	0
19) svalutazione attività finanziarie di		
a) partecipazioni		
b) immobilizzazioni fin. non partecipazioni		
c) titoli iscritti attivo circ. non partecipaz.		
19) totale svalutazioni	0	0
D) TOTALE RETTIFICHE DI VALORE ATT. FINANZIARIE	0	0
E) PROVENTI ED ONERI STRAORDINARI		
20) proventi straordinari		
a) plusvalenze su alienazione immobilizzazioni	+ 2 604.171	
b) altri proventi straordinari	+ 635 887.253	+ 400 102 058
20) totale proventi straordinari	+ 638.491 424	+ 400 102 058
21) oneri straordinari		
a) minusvalenze su alienazione immobilizz.	- 46 041 485	- 2 296 000
b) imposte relative ad esercizi precedenti		
c) altri oneri straodinari	- 1 465 953 205	- 549 504 427
21) totale oneri straordinari	- 1.511.994.690	- 551.800.427
E) TOTALE DELLE PARTITE STRAODINARIE	(873.503.266)	(151.698 369)
RISULTATO PRIMA DELLE IMPOSTE	(25.979.324.405)	478.801 172
22) imposte sul reddito dell'esercizio:		
a) ammontare lordo		- 807 437 463
b) crediti d'imposta sui dividendi		
22) totale imposte sul reddito dell'esercizio	0	- 807 437 463
23) RISULTATO DELL'ESERCIZIO	(25 979 324 405)	(330.636 291)
24) rettif. valori operate per norme tributarie		
25) accantonamenti operati per norme tributarie		
26) UTILE/ (PERDITA) DELL'ESERCIZIO	(25.979 324.405)	(330 636.291)

PROSPETTO DI DETTAGLIO DELLE VOCI DEL BILANCIO DI ESERCIZIO AL 31.12.1993
da pubblicare ai sensi dell'art. 2, comma secondo, del D.L. 30 giugno 1994, n. 421.

RICAVI DELLE VENDITE E DELLE PRESTAZIONI:		COSTI PER SERVIZI:	
- RICAVI DELLA VENDITA DI COPIE	17.455.059.451	LAVORAZIONI PRESSO TERZI	14.827.321.887
- di cui per abbonamenti	562.015.099	AGENZIE DI INFORMAZIONE	86.811.000
- RICAVI DELLA VENDITA DI SPAZI PUBBLICITARI	37.708.528.204		
- di cui per vendita tramite concessionarie di pubblicità	35.671.600.546		

NUMERO 2 — ANNO XLIII

AGOSTO 1994

DA PAGINA 45
A PAGINA 84

RIVISTA QUADRIMESTRALE
A CURA DELLA RAI
EDITA DALLA NUOVA ERI

DIRETTORE RESPONSABILE
GIANFRANCO BARBIERI

COMITATO DIRETTIVO
M. AGRESTI, F. ANGELI,
G. M. POLACCO, R. CAPRA

REDAZIONE
RENATO CAPRA
CENTRO RICERCHE RAI
CORSO GIAMBONE, 68
TEL. (011) 88 00 (int. 31 32)
10135 TORINO

PUBBLICITÀ
GESTIONE DIRETTA NUOVA ERI - DIREZIONE COMMERCIALE
VIA GOIRAN, 3 - 00195 - ROMA - TEL. (06) 3219414

Distribuzione per l'Italia:
Parrini & C. - p. Indipendenza 11/B
00185 Roma - Tel. (06) 49.92

Affiliato alla Federazione Italiana Editori Giornali

Stampa: ILTE - Moncalieri (Torino)

La RAI - Radiotelevisione Italiana, per mantenere il livello di avanguardia raggiunto nell'utilizzazione di motociclette ed elicotteri attrezzati per riprese in movimento di eventi sportivi, in occasione dei Campionati del Mondo di Ciclismo, tenutisi nel mese di Agosto in Sicilia, ha aggiornato il proprio parco moto rendendolo più rispondente alle norme di sicurezza ed antinquinamento.
Nell'occasione il Centro Ricerche RAI ha provveduto a rinnovare, sia elettronicamente che meccanicamente, le apparecchiature di trasmissione e collegamento, approntando un sistema di ripresa unico, in grado di soddisfare le esigenze di ripresa sia televisiva che radiofonica.
Due motociclette sono state adibite alle riprese televisive, dotandole di telecamera, di registratore e di trasmettitore a 2 GHz; altre due sono state equipaggiate di trasmettitori audio dedicati alla radiocronaca. Il funzionamento del sistema è risultato decisamente buono, anche per quanto concerne l'affidabilità, ed ha consentito di effettuare riprese televisive di altissima qualità.

ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI

Sommario: *pagina*

L'articolo esamina, in previsione di una prossima introduzione nel campo televisivo di sistemi di trasmissione numerici, la possibilità tecnologica di una fase transitoria, con segnali numerici trasmessi sugli attuali collegamenti analogici in modulazione di frequenza. Sono stati individuati due sistemi specifici per questa utlizzazione: il DM-34 della Continental Microwave e il DSA-2 sviluppato dallo CSELT. Per il secondo vengono citati in bibliografia i testi già esistenti, mentre per il primo vengono illustrate tutte le misure preliminari effettuate presso il Centro Ricerche RAI.
Ulteriori indagini, sia teoriche che sperimentali, sono però necessarie per valutare l'affidabilità di un impiego dell'apparato nella rete dei ponti fissi e saranno oggetto di un prossimo articolo.

L'articolo illustra le caratteristiche tecnico-operative del nuovo servizio di diffusione dati della RAI-Radiotelevisione Italiana, il DATAVIDEO, e ne confronta le prestazioni con i servizi Teletext attualmente in esercizio. Particolare attenzione è posta nella descrizione del "sistema di generazione".
Viene inoltre presentato il servizio DATAVIDEO RAI-IBM realizzato in collaborazione tra le due aziende, con la descrizione sia di un impianto tipo per il regolare esercizio del servizio, sia delle strutture costituenti l'insieme di apparecchiature necessarie a garantire la continuità del servizio anche in caso di avarie.
Ulteriori sviluppi futuri sono in fase avanzata di studio e realizzazione presso il Centro Ricerche della RAI.

Nell'ambito dell'attività di ricerca sulle nuove tecniche numeriche di tramissione di segnali sia radiofonici che televisivi, è interessante lo studio del modello del canale in cui avviene la propagazione, per valutare l'influenza che si determina sui segnali in dipendenza dall'ambiente urbano, rurale o montano. L'articolo descrive un metodo per la valutazione sperimentale delle caratteristiche del canale radio che prevede generazione, trasmissione e ricezione in area di servizio di un segnale di prova e l'utilizzazione di un algoritmo matematico che elabora le complesse forme d'onda ricevute, risultanti dalla composizione del segnale principale con i segnali riflessi, derivanti dalla propagazione lungo cammini multipli.

NOTIZIARIO:

UNA COPIA L. 8000 (ESTERO L. 15000)
COPIA ARRETRATA L. 15000 (ESTERO L. 15000)
ABBONAMENTO ANNUALE L. 20000 (ESTERO L. 40000)
VERSAMENTI ALLA NUOVA ERI – VIA ARSENALE, 41 – TORINO-C.C.P. N. 26960104
SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE - GRUPPO IV/70
REG. ALLA CANCELLERIA DEL TRIBUNALE C.P. DI TORINO AL N. 494 IN DATA 6-11-1951

TRASMISSIONE DI SEGNALI VIDEO NUMERICI SUI PONTI RADIO ANALOGICI FM DELLA RAI

M. ARIAUDO, G. GARAZZINO *

SOMMARIO — In previsione di una prossima introduzione in campo televisivo di sistemi di trasmissione numerici, in parallelo ai sistemi analogici ed in loro progressiva sostituzione, presenta notevole interesse considerare la possibilità tecnologica di una fase transitoria, con segnali video numerici trasmessi sugli attuali collegamenti analogici in modulazione di frequenza (FM). In questa prospettiva sono stati esaminati apparati di modulazione che, direttamente interconnessi ad un codificatore numerico, forniscono in usciti il segnale modulato, nella forma adeguata all'ingresso a frequenza intermedia (IF) dei collegamenti. Sono stati individuati due sistemi specifici per questo utilizzo: il sistema DM-34, realizzato dalla Continental Microwave, e il sistema DSA-2, sviluppato dallo CSELT. Il primo utilizza la modulazione 4FSK per trasmettere segnali numerici a 34 Mbit/s e fornisce in uscita il segnale modulato alla frequenza intermedia (70 MHz) dei ponti radio analogici; il secondo utilizza un sistema a 8 livelli con uscita video al modulatore FM dei ponti radio. Il sistema DSA 2 dello CSELT è stato presentato ed illustrato in bibliografia 1. Il presente articolo riporta le misure preliminari effettuate presso il Centro Ricerche della RAI sul sistema DM-34 della Continental Microwave: sono state valutate in laboratorio le prestazioni in funzione del rumore presente sul collegamento, con misure oggettive (ad es. tasso di errore) e soggettive (degradamento dell'immagine), con varie larghezze di banda RF. Sono stati ricavati i rapporti di protezione, per interferenza cocanale e sui canali adiacenti, confrontandoli con quelli degli attuali segnali PAL FM. Sono stati sperimentati gli effetti del ritardo di gruppo introdotto in IF e sono state effettuate le misure di jitter. Sono state infine effettuate prove preliminari sui collegamenti in ponte radio comprendenti un elevato numero di tratte, al fine di determinare i limiti di impiego del sistema, senza ricorrere alla rigenerazione del segnale. Ulteriori indagini teoriche e sperimentali sono necessarie per valutare l'affidabilità di un impiego dell'apparato nella rete dei ponti fissi.

*SUMMARY — **Transmission of digital video signals via the RAI analogue FM radio links.** In view of the introduction of digital boradcast systems, in parallel with the analogue systems and progressively replacing them, it is particularly interesting to consider a temporary phase during which digital video signals are transmitted over the present FM analogue links. An investigation has therefore been conducted on modulation equipment, which are directly connected to a digital coder, and supply at their output the modulated signal to be inserted at the radio link intermediate frequency (IF) input. Two specific systems are available for this application: the DM-34 system, implemented by Continental Microwave, and DSA-2 system, implemented by CSELT. The former uses the 4FSK modulation for 34 Mbit/s digital signal transmission and supplies a 70 MHz modulated signal to the IF input of the analogue radio link. The latter makes use of a system which supplies a 8-level signal to the video input of the FM radio link modulator and has already been described in previous papers published in this magazine (bibl. 1). The present article illustrates the validation measurements made at the RAI Research Centre on the Continental Microwave DM-34 system. Laboratory tests have been conducted on the perfomance versus the radio link noise, by means of objective (e.g. bit error ratio) and subjective (picture impairment) measurements, with different RF bandwiths. The protection ratios for co-channel and adjacent channels interference were compared with those of FM PAL signals. The effects of group delay introduced at intermediate frequency were evaluated and jitter measurements were carried out. Finally, some preliminary field tests have been carried out on radio links including a large number of hops, to verify the systems limits in the absence of signal regeneration. Further investigations are, however, required in order to assess the system reliability, in the case of permanent use in the analogue FM radio link network.*

1. Introduzione

La continua evoluzione delle tecniche numeriche e la loro progressiva affermazione nel campo del broadcasting e delle telecomunicazioni determina sempre maggiore capacità trasmissiva e migliore affidabilità, pur in ambito alle strutture esistenti, relativamente all'utilizzo dello spettro.

Nel settore broadcasting, le tecniche numeriche consentono l'introduzione di nuovi servizi, di notevole utilità e interesse per l'utenza, abbinati ai normali programmi radiofonici e televisivi, oppure lo sviluppo di nuovi sistemi, parzialmente o totalmente numerici. Come esempio del primo caso possono essere citati il Televideo, ben noto sistema informativo inserito nelle righe di cancellazione del segnale televisivo, oppure il RDS (Radio Data System) per le informazioni agli automobilisti tramite l'autoradio. Nel secondo caso, si può ricordare l'audio numerico duobinario D2, associato al sistema televisivo europeo per DBS (Direct Broadcasting Satellite) a definizione normale MAC (Multiplexed Analogue Components), oppure ad alta definizione HD-MAC (High Definition MAC), o il nuovo sistema DAB (Digital Audio Broadcasting) per la diffusione terrestre di programmi sonori.

I vantaggi dei sistemi numerici su quelli analogici sono ben noti: di volta in volta, o contemporaneamente, possono essere la migliore utilizzazione dello spettro disponibile, la maggiore robustezza alle interferenze, alle riflessioni e al rumore, l'uniformità delle prestazioni fino alla soglia di funzionamento. È perciò ragionevole prevedere che la continua evoluzione tecnologica nel settore delle telecomunicazioni possa determinare, in un futuro abbastanza prossimo, l'obsolescenza dei sistemi analogici e la loro progressiva sostituzione con sistemi numerici.

In campo televisivo, questa tendenza si avverte anche nei sistemi impiegati per il trasferimento dei segnali di contributo: ad esempio si stanno concludendo in ambito EBU (European Broadcasting Union) le prove sperimentali di co-decodificatori televisivi numerici a 34 Mbit/s, che saranno quindi prossimamente disponibili per l'introduzione in esercizio. Il trasferimento di questi segnali sui collegamenti terrestri comporta però la disponibilità di reti numeriche in fibra ottica o su ponte radio: dove queste non esistono, è necessario prima di tutto lo stanziamento di cospicui investimenti finanziari, seguiti dalla implementazione delle reti in tempi necessariamente non brevi.

Nell'ambito RAI, risulta opportuno sfruttare appieno gli investimenti fatti in passato: pertanto l'esistenza e la disponibilità del grosso patrimonio costituito da una rete in piena efficienza di ponti fissi analogici FM (Frequency Modulation) a 2 GHz, induce ad esaminare l'ipotesi di una fase intermedia, meno costosa, nel passaggio dal tutto analogico al tutto numerico, considerando la possibilità di utilizzare co-decodificatori numerici, abbinati però a mo-demodulatori adatti a trasmettere segnali numerici sui collegamenti analogici. Essendo poi questi sistemi trasparenti al contenuto del segnale numerico, si prospetta l'ulteriore vantaggio di un diverso utilizzo dei collegamenti per la trasmissione di canali musicali, telefonici o dati, purché siano rispettate le compatibilità tra le interfacce.

Considerazioni di questo tipo sono già state fatte in passato, soprattutto per il servizio telefonico (bibl. 1): lo CSELT (Centro Studi E Laboratori Telecomunicazioni) aveva sviluppato e realizzato prototipi di co-decodificatori a 17 e a 34 Mbit/s, denominati rispettivamente DSA-1 e DSA-2 (Digitale Su Analogico-1/2), che, mediante codifica PAM (Pulse Amplitude Modulation) a 8 livelli, consentiva di utilizzare come FSK (Frequency Shift Keying) i normali mo-demodulatori FM, associando ad ogni livello del segnale PAM un valore discreto della frequenza di trasmissione (bibl. 2 e 3).

Per quanto riguarda il settore televisivo, in ambito RAI si è ritenuto necessario sperimentare e confrontare sistemi che, ricorrendo a tecniche numeriche di codifica e di modulazione, permettono il trasferimento di segnali televisivi di contributo, nel formato 4:2:2 o codificati PAL, utilizzando gli attuali ponti radio FM analogici per segnali video PAL con sottoportante audio.

A tale scopo, è stato recentemente acquisito un sistema FSK a 34 Mbit/s, realizzato dalla ditta americana Continental Microwave e denominato DM-34, che risulta particolarmente attraente per applicazioni in campo televisivo in quanto è già commercialmente disponibile.

Nella prospettiva di future applicazioni nell'esercizio dei collegamenti, il sistema DM-34 è stato oggetto di sperimentazione in laboratorio (bibl. 4), abbinato ad un co-decodificatore video numerico a 34 Mbit/s della Telettra S.p.A., nella versione con codifica PAL, non essendo disponibile la versione 4:2:2. Peraltro il sistema DM-34 è adatto a trasmettere, invece del video numerico suddetto, qualsiasi segnale a 34 Mbit/s (canali musicali, canali telefonici, dati) purché a norma CCITT. Il presente articolo riporta una breve introduzione del sistema DSA-2 (CSELT) e una descrizione più diffusa del sistema DM-34 (Continental Microwave), con le procedure e i risultati delle misure effettuate.

2. Caratteristiche del sistema DSA-2 (CSELT)

Il sistema DSA-2 è stato sviluppato dallo CSELT con l'obbiettivo di trasmettere un segnale numerico a 34,368 Mbit/s utilizzando gli esistenti ponti radio analogici a modulazione di frequenza, con capacità di 960 canali telefonici trasmessi con tecnica FDM (Frequency Division Multiplexing) e canalizzazione di 28 MHz.

Il sistema è costituito da una coppia di unità di banda base, rispettivamente il codificatore e il decodificatore.

Il codificatore DSA-2 converte il flusso dati d'ingresso da seriale a parallelo, tre per tre bit, secondo un codice di Gray, in modo da minimizzare gli errori di trasmissione. Successivamente viene generato un segnale PAM a 8 livelli, con symbol rate pari a 1/3 del bit rate (11,456 Mbaud). Il segnale PAM viene poi opportunamente filtrato, con un filtro che, insieme a quello previsto in ricezione, realizza una risposta del tipo a coseno rialzato, con flesso alla frequenza di Nyquist di 5,728 MHz, in modo da ridurre l'occupazione di banda in RF, dopo modulazione. Dopo di ciò, il segnale è disponibile per essere inviato all'ingresso di banda base del modulatore FM.

Il decodificatore DSA-2 effettua l'operazione inversa del codificatore e, in assenza di errori, fornisce in uscita lo stesso flusso binario che giunge al codificatore.

Il decodificatore riceve il segnale di banda base dal demodulatore FM del ponte radio. Il segnale viene filtrato, per ridurre il rumore, e viene inviato a tre diversi circuiti: il circuito di decisione, il circuito di temporizzazione e il rivelatore d'ampiezza.

Il circuito di decisione stima il livello del segnale trasmesso in ogni periodo di simbolo. L'istante di decisione è stabilito dal circuito di temporizzazione, che recupera il clock a tempo di simbolo dal segnale PAM.

Il rivelatore di ampiezza stima l'ampiezza picco-picco del segnale d'ingresso e regola automaticamente le soglie di decisione al valore più adatto.

Il sistema DSA-2 è interfacciato esternamente a 34 Mbit/s con segnale binario RZ e clock, con livello TTL.

Essendo rimasto alla realizzazione prototipale, è sprovvisto di «scrambler» e di circuiti di AIS (Alarm Insertion Signal).

* Dott.a Margherita Ariaudo e p.i. Giorgio Garazzino del Centro Ricerche RAI - Torino.
Dattiloscritto pervenuto alla Redazione il 20 luglio 1994.

3. Caratteristiche del sistema DM-34 (Continental Microwave)

Il sistema DM-34 della Continental Microwave consente la trasmissione, sui ponti radio televisivi analogici a modulazione di frequenza, con canalizzazione di 28 MHz, di un segnale numerico a 34,368 Mbit/s nel formato HDB3, in accordo con la Racc. G 703 del CCITT.

L'apparato trasmittente è costituito principalmente da un codificatore e da un modulatore. Il codificatore converte il segnale HDB3 d'ingresso in un segnale PAM a 4 livelli che viene trasferito al modulatore, nel quale modula FSK la portante a 70 MHz (4FSK).

Nell'apparato ricevente, costituito da un demodulatore e da un decodificatore, avviene il processo inverso: il segnale 4FSK a 70 MHz ricevuto viene demodulato in frequenza e fornisce il segnale PAM, che il decodificatore elabora ricavando il segnale HDB3 a 34 Mbit/s d'uscita.

Il sistema è dotato di circuiti di «scrambler» e di AIS (Alarm Insertion Signal) in trasmissione, che evitano il rischio di assenza di modulazione sul collegamento, e di corrispondente circuito di «descrambler» in ricezione. Vi sono poi circuiti di telesegnalazione e telecomando.

Pertanto il sistema DM-34 deve essere interconnesso alla rete dei ponti analogici attraverso la frequenza intermedia a 70 MHz, sostituendo i preesistenti mo-demodulatori FM.

In figura 1 si può osservare lo spettro di potenza del segnale all'uscita IF del modulatore DM-34, mentre in figura 2 è riportato il segnale numerico ottenuto dopo demodulazione di frequenza del segnale 4FSK: la deviazione picco-picco risulta essere di 8 MHz.

4. Misure sul sistema DM-34

Le misure effettuate sul sistema DM-34 possono considerarsi suddivise in due differenti gruppi:

a) misure di laboratorio, per la caratterizzazione delle prestazioni del sistema in funzione del rumore termico in ricezione, della larghezza di banda del canale RF, del ritardo di gruppo, del jitter sul segnale numerico e delle interferenze in RF;

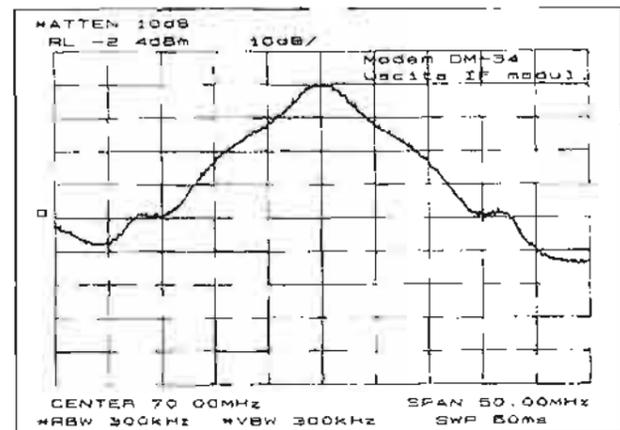



Fig. 1 — Spettro di potenza del segnale 4FSK a 34 Mbit/s sull'uscita del modulatore DM-34.

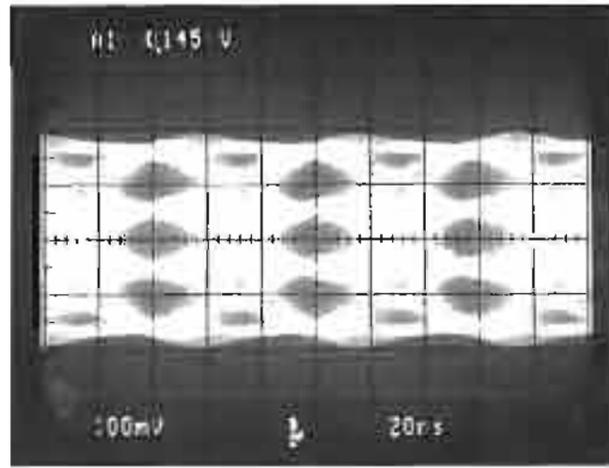



Fig. 2 — Segnale 4FSK a 34 Mbit/s del sistema DM-34 dopo demodulazione FM. Asse X : 20 ns/div Asse Y: 2 MHz/div

b) misure in rete, per la valutazione, in via preliminare, delle prestazioni del sistema sui collegamenti televisivi, realizzati sia con i ponti radio mobili, sia con i ponti radio fissi, sperimentando un elevato numero di tratte allo scopo di individuare i limiti del sistema.

Nella fase delle misure e nella successiva valutazione dei risultati, si è considerato come confronto e riferimento l'attuale sistema PAL FM, con deviazione di 8 MHz/V e enfasi video CCIR (Racc. 405-1), comprendente la sottoportante audio numerica a 7,5 MHz del sistema Siemens CMF20, con modulazione QPSK a 2 Mbit/s e capacità di 6 canali monofonici.

5. Effetto della larghezza di banda RF del ricevitore in presenza di rumore termico

Sono state tracciate, con segnale numerico pseudocasuale, le curve di tasso di errore (BER: Bit Error Ratio) in funzione di E_b/N_0 (E_b: energia trasmessa per bit riferita al flusso a 34 Mbit/s; N_0: densità spettrale di rumore) con mo-demodulatore DM-34 in connessione diretta in IF a 70 MHz nelle seguenti condizioni:

a) senza filtri interposti;

b) attraverso tre diversi filtri passabanda a 70 MHz, non equalizzati in fase, con larghezza di banda a -3 dB, rispettivamente, di 36 MHz, di 27 MHz e di 20 MHz.

Nel corso delle misure è stato inserito rumore a 70 MHz, prima dei filtri suddetti, in modo da ottenere il valore di E_b/N_0 richiesto.

Si osservi che l'E_b/N_0 coincide con il C/N in una larghezza di banda convenzionale pari al bit rate (in questo caso 34,368 MHz, arrotondato nel testo a 34,4 MHz).

Ciò è evidente se si considera che in generale vale la relazione:

$$E_b/N_0 = C/N \cdot B_{eq}/R$$

dove:

B_{eq}: banda equivalente di rumore del ricevitore,
R: bit-rate.

Se:

R = 34,4 Mbit/s

e, invece della banda del ricevitore, si considera la banda convenzionale:

B = 34,4 MHz

allora:

$$E_b/N_0 = (C/N)_{34,4MHz}$$

Come si vedrà nel seguito, nel caso di collegamenti dei quali non era misurabile l'effettiva larghezza di banda RF, ciò ha consentito, in modo molto semplice, di facilitare il confronto dei risultati delle varie prove effettuate, rapportandoli ad una larghezza di banda convenzionale uguale al bit-rate.

I risultati delle misure sono riportati in figura 3.

In essa si può osservare che le prestazioni del sistema DM-34 restano sostanzialmente le stesse sia in assenza di filtro in IF, sia con i filtri aventi larghezza di banda di 36 MHz e di 27 MHz: in queste condizioni, si ottiene BER = $1 \cdot 10^{-5}$ con E_b/N_0 = 24,7 dB.

Invece la ulteriore riduzione di banda RF a 20 MHz comporta un degradamento di circa 2 dB rispetto al precedente valore dell'E_b/N_0.

Confrontando questi risultati con quelli forniti da un sistema QPSK (non codificato) a 34 Mbit/s, la perdita in termini di E_b/N_0 del sistema DM-34 è notevole: circa 13,8 dB a BER = $1 \cdot 10^{-5}$. Come già accennato nell'introduzione, è importante però considerare che la modulazione QPSK richiederebbe la sostituzione dei ponti radio analogici con altri appositamente realizzati per tale tipo di modulazione.

6. Effetto del ritardo di gruppo lineare in IF

Le misure sono state effettuate facendo transitare il segnale 4FSK su di un collegamento di due tratte in ponte radio mobile a 22 GHz, dal Centro Ricerche della RAI, in Torino, al Centro Trasmittente RAI di Torino-Eremo e ritorno. Ciò è stato fatto per interessare tutta la parte dell'impianto che viene normalmente utilizzata per collegarsi alla rete dei ponti fissi a 2 GHz. Rispetto alla connessione diretta in IF del solo mo-demodulatore DM-34, il degradamento introdotto dalla doppia tratta in ponte radio è comunque molto piccolo.

In trasmissione, tra il modulatore DM-34 e il ponte radio, è stato introdotto in IF ritardo di gruppo lineare di varia entità, positivo o negativo, cioè rispettivamente crescente o decrescente con la frequenza, espresso in ns/MHz. In ricezione è stato poi sommato il rumore termico tra l'uscita IF del ponte e il demodulatore DM-34.

Per ciascun valore sperimentato del ritardo di gruppo sono state tracciate le curve di tasso d'errore in funzione di E_b/N_0 (ovvero, come si è visto, di C/N in 34,4 MHz); è stata anche ricavata la curva di riferimento (ritardo di gruppo 0 ns/MHz).

I risultati delle misure sono riportati nelle figure 4 e 5. Essi denotano una certa sensibilità del sistema DM-34 al ritardo di gruppo lineare. Inoltre, come si può notare, esiste dissimmetria tra le curve con ritardo di gruppo di pari valore ma di segno opposto: ciò potrebbe essere imputabile al demodulatore DM-34.

7. Misure di jitter

Il CCITT fornisce la definizione del jitter e le informazioni riguardanti la sua importanza nelle prestazioni dei sistemi numerici (bibl. 5). La Racc. G701 del CCITT definisce il jitter come «le variazioni non cumulative a breve termine degli istanti significativi di un segnale numerico dalla loro posizione ideale nel tempo».

Il jitter è quindi una modulazione indesiderata di fase del segnale numerico e viene distinto in jitter sistematico e jitter casuale.

Il jitter sistematico dipende dalla trama del segnale numerico e può essere introdotto o da circuiti di ricostruzione del clock fuori taratura, presenti nei dispositivi di rigenerazione del segnale, o da interferenza intersimbolica,

Fig. 3 — BER in funzione di Eb/No.

MODEM

MODEM + FPB = 36 MHz

MODEM + FPB = 36 MHz

MODEM + FPB = 36 MHz

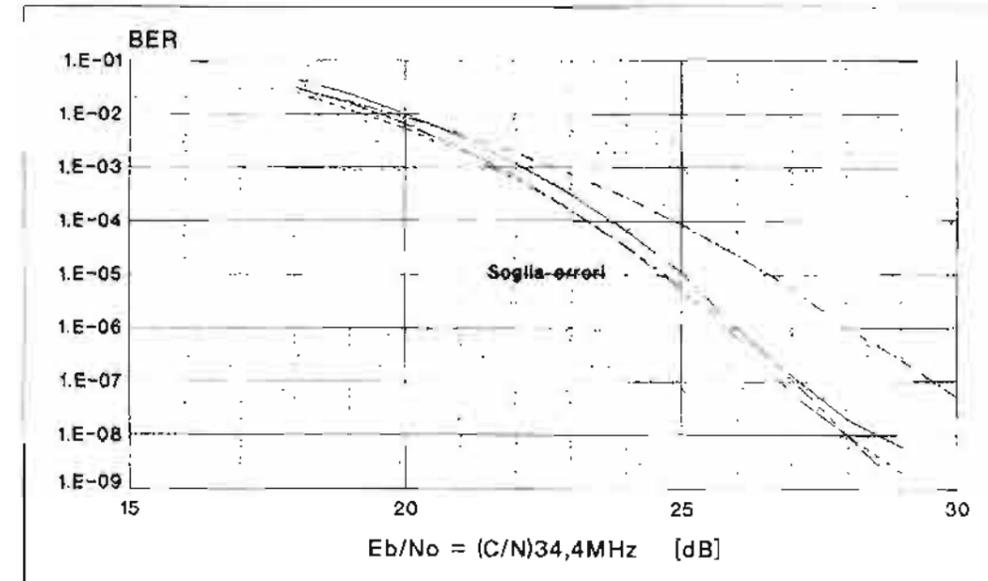
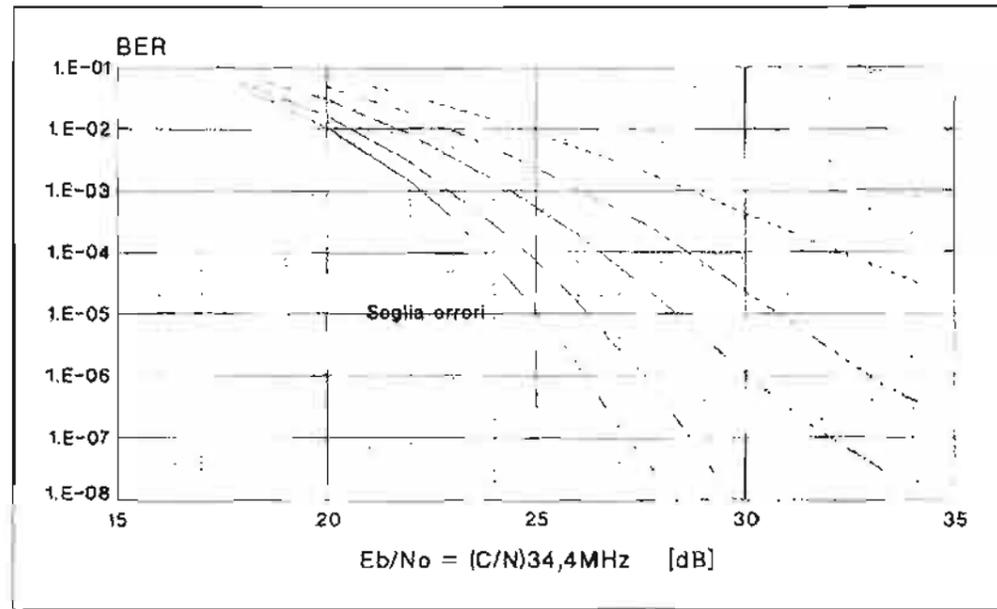



Fig. 4 — Degradamento prodotto dal ritardo di gruppo lineare in IF positivo.

0 ns/MHz
+1 ns/MHz
+1,5 ns/MHz
+2 ns/MHz
+2,5 ns/MHz

oppure ancora da conversione ampiezza-fase causata dalla imperfetta equalizzazione dei cavi.

Il jitter casuale è invece indipendente dalla trama di trasmissione ed è dovuto a segnali interferenti interni o esterni, come rumore nei ripetitori, intermodulazione o riflessioni.

Il jitter può degradare le prestazioni di un sistema di trasmissione numerico in quanto, in conseguenza dello spostamento nel tempo del segnale dalla sua posizione ideale, errori possono essere introdotti nel flusso numerico nei punti di rigenerazione del segnale.

Sono state effettuate sul sistema DM-34 (con connessione diretta in IF tra modulatore e demodulatore) le seguenti misure di jitter sul segnale numerico a 34 Mbit/s, in base alla Racc. G. 823 del CCITT:

a) jitter intrinseco sull'uscita numerica;

b) jitter massimo ammissibile sull'ingresso numerico;

c) caratteristica del jitter di trasferimento.

7.1 Jitter intrinseco sull'uscita numerica

Per jitter intrinseco si intende il jitter generato dai circuiti interni dei singoli apparati, in assenza di jitter d'ingresso.

Durante la misura è stato inviato al modulatore DM-34 un segnale pseudocasuale privo di jitter ed è stato misurato il jitter presente sull'uscita numerica del demodulatore DM-34, inserendo i filtri definiti dal CCITT.

In tabella 1 sono riportati i valori misurati con il modemodulatore DM-34 ed i valori massimi accettabili indicati dalla Racc. G.823 del CCITT.

Fig. 5 — Degradamento prodotto dal ritardo di gruppo lineare in IF negativo.

0 ns/MHz
-1,75 ns/MHz
-2,5 ns/MHz
-3 ns/MHz
-2,5 ns/MHz

Tabella 1
Jitter intrinseco del sistema DM-34

Larghezza di banda del filtro di misura	Jitter intrinseco	
	Valore misurato [UIpp]	Tolleranza [UIpp]
100 Hz - 800 kHz	0,11	0,75
10 kHz - 800 kHz	0,012	0,15

Per questo parametro l'esemplare DM-34 in prova è risultato conforme alle tolleranze ammesse dal CCITT.

7.2 Jitter massimo ammissibile sull'ingresso numerico

Il jitter massimo ammissibile sull'ingresso numerico è definito in termini di ampiezza del jitter sinusoidale che, applicato all'ingresso di un apparato, causa un prefissato degradamento delle prestazioni per quanto riguarda gli errori.

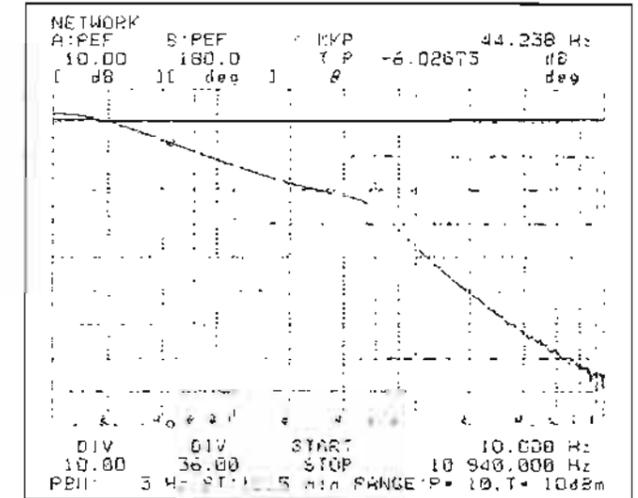
Nell'effettuazione della misura, è stato inviato al modulatore DM-34 un segnale pseudocasuale con jitter sinusoidale regolabile in ampiezza e in frequenza.

Per ciascuna frequenza di misura (da 100 Hz fino a 800 kHz), si è amentato il jitter fino al valore per il quale cominciavano a comparire errori sul segnale numerico in uscita del demodulatore DM-34.

I valori ottenuti alle varie frequenze di jitter sono riportati in figura 6, dove è tracciata anche la maschera dei valori minimi accettabili indicati dalla Racc. G. 823 del CCITT.

Si osserva che, fino a circa 650 kHz di frequenza di jitter, l'esemplare in prova rispetta le specifiche CCITT, mentre da 650 kHz a 800 kHz i valori misurati risultano insufficienti.

7.3 Caratteristica del jitter di trasferimento

La caratteristica del jitter di trasferimento di un sistema numerico è definita come il rapporto tra il jitter di uscita e il jitter sinusoidale applicato all'ingresso, in funzione della sua frequenza.

La misura è stata effettuata utilizzando un analizzatore di reti che, dal lato trasmissione, ha fornito il segnale sinusoidale, con frequenza da 10 Hz a 10 kHz, per la generazione del jitter all'interno del generatore di segnale pseudocasuale.

In ricezione, il jitter è stato demodulato nel misuratore di tasso d'errore, ottenendo il segnale sinusoidale da inviare all'ingresso dell'analizzatore di reti.

La figura 7 riporta il risultato della misura: la traccia di riferimento (parallela alle ascisse) è stata ottenuta connettendo direttamente tra di loro il generatore di segnale pseudocasuale e il misuratore di tasso d'errore, mentre la caratteristica del jitter di trasferimento del sistema in prova evidenzia un guadagno a 10 Hz di circa 2 dB, che scendono a 1 dB a circa 15 Hz.

Fig. 7 — Jitter di trasferimento.

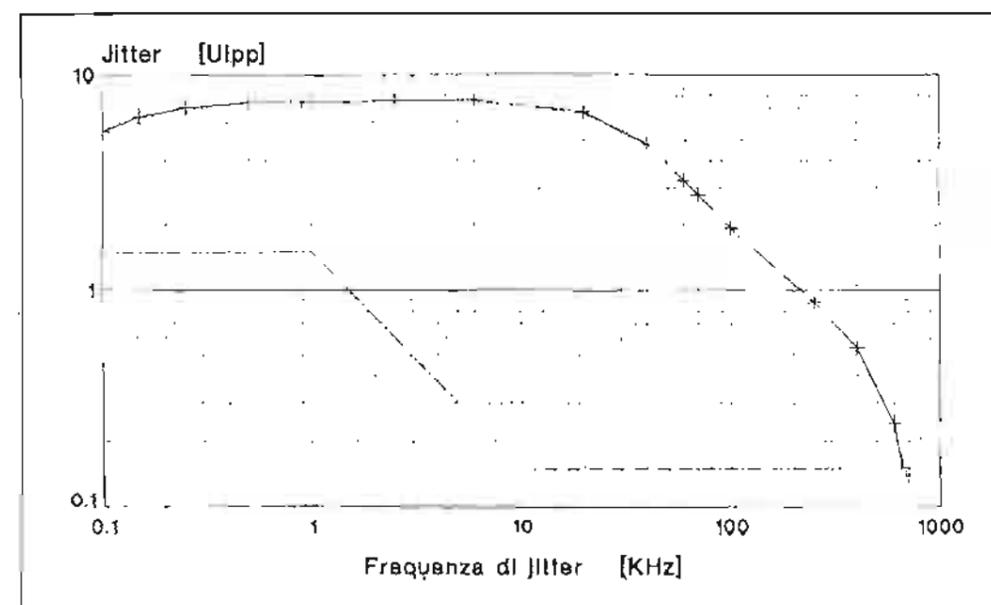
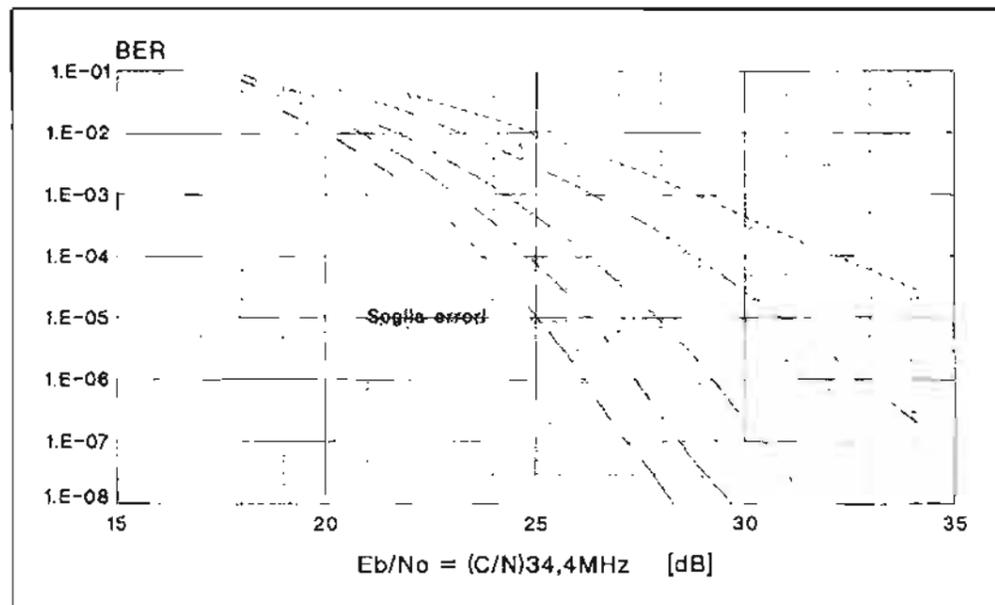



Fig. 6 — Jitter massimo ammissibile in ingresso.

Maschera CCITT
Jitter DM-34

Poiché il CCITT, nella Racc. G.921, richiede per le sezioni numeriche un guadagno massimo di 1 dB, il sistema DM-34 non rispetta tale specifica al di sotto di circa 15 Hz.

8. Degradamento video in presenza di rumore in ricezione

La valutazione soggettiva del degradamento video in funzione del rumore in ricezione è stata effettuata sia con il video numerico attraverso il sistema DM-34, sia con il video analogico FM, al fine di valutare i risultati con riferimento all'attuale sistema PAL FM.

In entrambi i casi, il modulatore e il demodulatore sono stati collegati direttamente in IF, attraverso il filtro passa-banda largo 36 MHz: il rumore IF è stato sommato al segnale d'uscita a 70 MHz del modulatore prima di tale filtro.

Le valutazioni dell'immagine sono state effettuate con il segnale «Barre di colore EBU», ad una distanza di osservazione 4H, da due osservatori esperti. È stata utilizzata la consueta scala di degradamento a 5 gradi del CCIR:

5 Impercettibile
4 Percettibile ma non disturbante
3 Leggermente disturbante
2 Disturbante
1 Molto disturbante

Al termine delle valutazioni soggettive ed in base ai risultati ottenuti, sono stati misurati il tasso d'errore del segnale numerico e il rapporto segnale-rumore (S/N) video del segnale PAL FM, nelle condizioni corrispondenti ad alcuni valori del degradamento video ritenuti più significativi.

I risultati delle misure sono riportati in tabella 2, mentre in figura 8 è riportata la curva del degradamento video PAL in funzione del rapporto S/N video non pesato.

9. Rapporti di protezione per i ponti radio TV FM fissi

In considerazione della possibilità di impiego del nuovo sistema nello scenario attuale dei collegamenti analogici FM, è importante valutare i rapporti di protezione richiesti nel caso di interferenza del segnale numerico 4FSK del sistema DM-34 sul segnale analogico FM e viceversa, avendo come riferimento i valori richiesti nel caso di due segnali entrambi FM.

TABELLA 2
CORRISPONDENZA TRA DEGRADAMENTO VIDEO, TASSO D'ERRORE DEL SISTEMA NUMERICO DM-34 E S/N VIDEO DEL PAL FM.

Degradamento video	Segnale DM-34 BER	Segnale PAL FM (S/N) video [dB] Non pesato	Pesato
5	$1\cdot10^{-5}$	48,2	59,5
4.5	—	45,2	56,4
4	$2,6\cdot10^{-5}$	43,1	54,4
3	$6,2\cdot10^{-5}$	39,1	50,4
2	$1\cdot10^{-4}$	35,0	46,3
1	$1,9\cdot10^{-4}$	31,0	42,2

Fig. 8 — Degradamento video PAL FM in funzione del S/N non pesato.

Sono state considerate le seguenti situazioni possibili:

a) interferenza cocanale (CCI: Co-Channel Interference);
b) interferenza causata dal 1° canale adiacente, dapprima inferiore (1° LACI: Lower Adjacent Channel), poi superiore (1° UACI: Upper Adjacent Channel));
c) interferenza causata dal 2° canale adiacente, dapprima inferiore (2° LACI) poi superiore (2° UACI).

I ponti radio analogici a 2 GHz utilizzano la canalizzazione fissata dalla Racc. 382-5 del CCIR, nella quale il 1° e il 2° canale adiacente si trovano rispettivamente a 14,5 MHz (canalizzazione sfalsata) e a 29 MHz (canalizzazione normale) dal canale utile considerato.

9.1 SEGNALE PAL FM UTILE

Sono state effettuate valutazioni soggettive per definire i rapporti di protezione richiesti da un segnale PAL FM, prima nei confronti di un altro PAL FM, a scopo di riferimento, poi nel caso di interferenza dovuta al segnale generato dal sistema DM-34.

Le valutazioni sono state effettuate da 2 osservatori esperti, a distanza 4H, per il «limite di percettibilità» dell'interferenza (degradamento 4,5) con l'immagine utile «Monoscopio» e l'immagine interferente «Barre di colore EBU».

Nel caso della modulazione di frequenza, in entrambi i segnali di banda base è stata inserita la sottoportante audio numerica a 7,5 MHz ed è stato posto all'ingresso del demodulatore FM il filtro passa banda IF largo 36 MHz, che riproduce la selettività in ricezione di una tratta di ponte radio a 2 GHz.

I risultati delle valutazioni, espressi come rapporti tra la potenza del segnale utile e la potenza del segnale interferente all'ingresso del filtro di ricezione, sono riportati in tabella 3.

Si può osservare come il segnale del sistema DM-34 risulti in generale meno disturbante del segnale PAL FM, tranne che nel caso di interferenza sul 2° canale adiacente superiore (2° UACI): in tale situazione sono però tollerati livelli di interferenza talmente elevati da poter certamente essere assicurati in condizioni normali.

TABELLA 3
RAPPORTI DI PROTEZIONE DEL SEGNALE PAL FM PER INTERFERENZA DOVUTA RISPETTIVAMENTE AD UN ALTRO SEGNALE PAL FM ED AL SISTEMA DM-34

Interferenza	Segnale utile: PAL FM Rapporti di protezione per il «limite di percettibilità» dell'interferenza [dB]				
Allocazione in frequenza	2° LACI (–29 MHz)	1° LACI (–14,5 MHz)	CCI (0 MHz)	1° UACI (+14,5 MHz)	2° UACI (+29 MHz)
Segnale PAL FM	0	25	38	17	-11
Segnale DM-34	0	23	34	16	-6

9.2 SEGNALE DM-34 UTILE

I rapporti di protezione del segnale DM-34 utile sono stati ricavati tramite misure oggettive. Sono tracciate varie curve di tasso di errore, in funzione di E_b/N_0, con livelli crescenti di interferenza, dalle quali sono stati ricavati i rapporti di protezione considerando un degradamento di 1 dB causato dall'interferenza sull'E_b/N_0 a BER = $1\cdot10^{-5}$.

Sono state nuovamente considerate le condizioni sia di interferenza cocanale, sia di interferenza sul 1° e sul 2° canale adiacente, inferiore e superiore.

In figura 9 si riportano i risultati completi della misura nella condizione di interferenza cocanale.

È stato utilizzato il segnale interferente PAL FM, modulato dal segnale video «Barre di colore EBU» con sottoportante audio numerica a 7,5 MHz ed è stato posto all'ingresso del demodulatore DM-34 il filtro passa banda IF largo 36 MHz.

Non è stato invece possibile sperimentare il caso del segnale DM-34 interferito da un altro segnale DM-34, in quanto non si dispone di un altro modulatore di questo tipo.

I valori dei rapporti di protezione ottenuti dalle misure, espressi come rapporti C/I tra la potenza del segnale utile (C) e la potenza del segnale interferente (I) all'ingresso del filtro di ricezione, sono riportati in tabella 4.

Si osserva che l'interferenza sul 1° canale adiacente, inferiore o superiore, risulta più disturbante dell'interferenza cocanale.

10. Test di applicazione del sistema DM-34 sui ponti radio

Al fine di valutare i limiti dell'applicazione del sistema, sui ponti radio mobili e fissi, sono state effettuate misure sul segnale numerico e, per confronto, sul segnale video analogico, correlando la qualità del segnale con la lunghezza (numero di tratte) del collegamento.

10.1 PONTI RADIO MOBILI

Le misure di laboratorio effettuate con i ponti radio mobili FM ALCATEL tipo TM406 e TM422 hanno interessato due diverse configurazioni:

a) una sola tratta in laboratorio, con trasmettitore e ricevitore TM406 (f = 6,862 GHz) connessi attraverso un attenuatore variabile;
b) quattro tratte consecutive, collegate a frequenza intermedia (IF = 70 MHz) nella successione seguente:

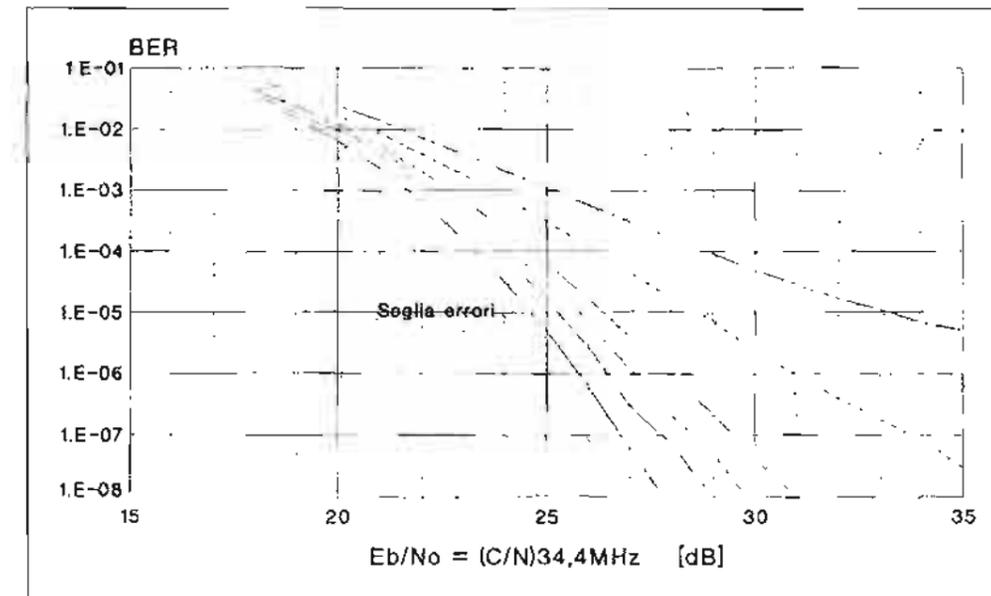



Fig. 9 — BER in funzione di Eb/No a vari livelli di interferenza PAL FM cocanale.

C/I = 30 dB
C/I = 22 dB

C/I = 27 dB
C/I = 20 dB

TABELLA 4
RAPPORTI DI PROTEZIONE RICHIESTI DAL SISTEMA DM-34
PER INTERFERENZA DOVUTA AL SEGNALE PAL FM

Interferenza	Segnale utile: DM-34 Rapporti di protezione per degradamento di 1 dB sull'E_b/N_0 a BER = 1.10^{-5} [dB]				
Allocazione in frequenza	2° LACI (−29 MHz)	1° LACI (−14,5 MHz)	CCI (0 MHz)	1° UACI (14,5 MHz)	2° UACI (+29 MHz)
Segnale PAL FM	−7	29	27	28	−8

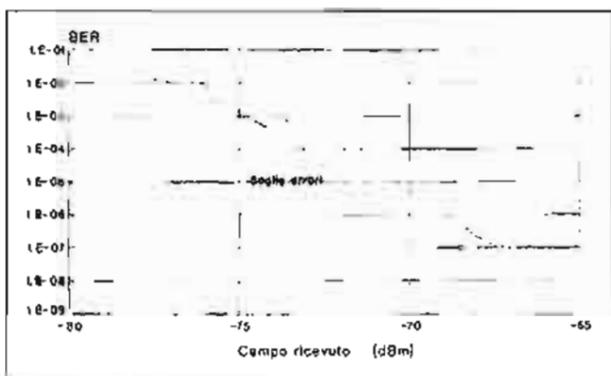



Fig. 10 — Modem DM-34 sui ponti mobili TM400: BER in funzione del campo ricevuto.
I TRATTA (TM406) ————
4 TRATTE (2 TM422 + 2TM406) — —

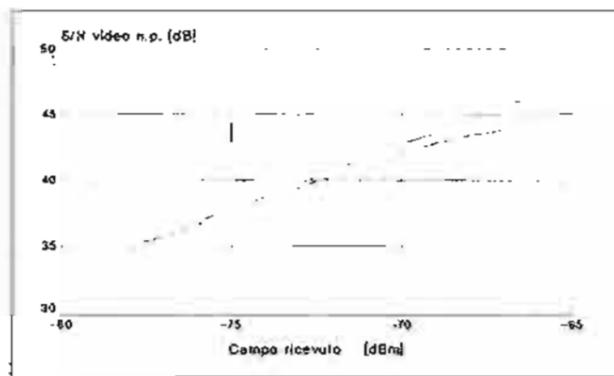



Fig. 11 — Modem FM analogico sui ponti mobili TM400: S/N video non pesato in funzione del campo ricevuto.
I TRATTA (TM406) ————
4 TRATTE (2 TM422 + 2 TM406) — —

— 1ª e 2ª tratta: dal Centro Ricerche RAI (Torino) al Centro Trasmittente RAI di Torino-Eremo (ponte TM422, f = 21,788 GHz) e ritorno (ponte TM422, f = 21,200 GHz);

— 3ª e 4ª tratta: in laboratorio, con un primo ponte TM406 (f = 6,596 GHz) con un attenuatore fisso tra trasmettitore e ricevitore e un secondo ponte TM406 (f = 6,862 GHz) con trasmettitore e ricevitore connessi attraverso un attenuatore variabile.

Le misure di laboratorio hanno fornito, in funzione del campo all'ingresso del ricevitore (l'ultimo nella configurazione (b)):

— il tasso d'errore (BER) del sistema DM-34;

— il rapporto S/N video non pesato con segnale PAL FM.

I risultati delle misure sono riportati, rispettivamente, in figura 10 e in figura 11, mentre in tabella 5 sono riportati i dati comparativi tra i due sistemi (numerico e analogico), che correlano il campo ricevuto con il degradamento video nelle due condizioni (1 e 4 tratte).

Esaminando i valori riportati in tabella, si può dedurre che fino a −71,9 dBm con una tratta (e a −70,3 dBm con 4 tratte) il degradamento del video numerico è «impercettibile» (grado 5) e migliore di quello del video analogico (grado 3,5-3,7). È da notare che i valori di campo indicati costituiscono il limite di soglia di errore del video numerico, al di sotto del quale il sistema non è utilizzabile, mentre il video analogico, seppure con degradamento progressivamente crescente, è ancora disponibile per valori inferiori del campo.

TABELLA 5
DEGRADAMENTO VIDEO CON I SISTEMI DM-34 E PAL FM SU COLLEGAMENTI IN PONTE RADIO MOBILE DI 1 E DI 4 TRATTE

Sistema	Collegamento in ponte radio mobile			
	1 tratta		4 tratte	
	Campo ricevuto [dBm]	Degradamento video	Campo ricevuto [dBm]	Degradamento video
DM-34	−71,9	5	−70,3	5
PAL FM	−71,9	3,5	-70,3	3,7

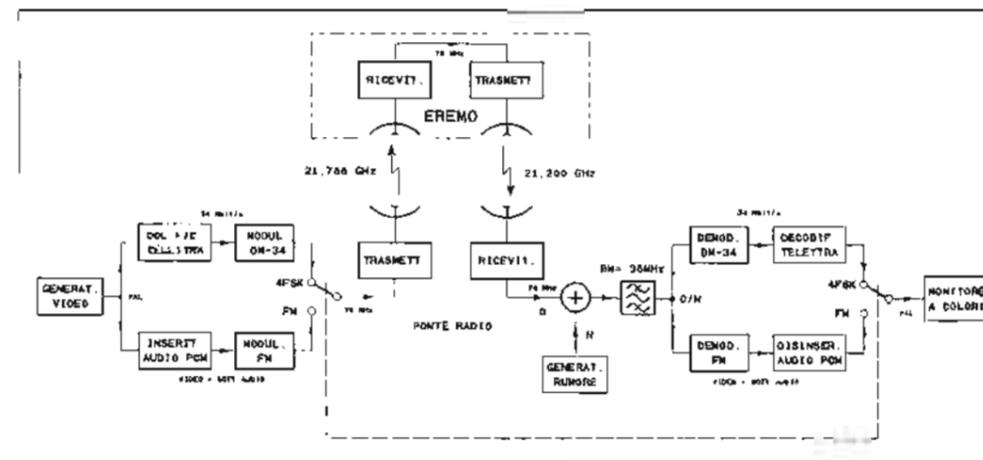



Fig. 12 - Schema a blocchi dell'impianto per le prove sul collegamento in ponte mobile Torino Centro Ricerche RAI - Eremo - Torino Centro Ricerche RAI.

10.2 PONTI FISSI A 2 GHz

Sono state effettuate misure preliminari con l'impiego del sistema DM-34 sul collegamento da Torino a Roma e ritorno, con transito a Milano.

Il transito a Milano è stato realizzato a frequenza intermedia (IF = 70 MHz), mentre per inviare il segnale di ritorno sono stati realizzati di volta in volta appositi loop in IF nei Centri interessati.

Le misure sono state effettuate una prima volta, poi sono state ripetute, nelle stesse condizioni, a qualche giorno di distanza.

In figura 12 è riportato lo schema a blocchi di principio utilizzato per le prove, limitato al solo collegamento in ponte mobile Centro Ricerche RAI-Centro Trasmittente dell'Eremo-Centro Ricerche RAI: la connessione alla rete dei ponti fissi è stata realizzata in IF all'Eremo.

Le misure sul segnale numerico del sistema DM-34 hanno riguardato principalmente il tasso d'errore, mentre con il segnale analogico PAL FM sono state effettuate l'osservazione dell'immagine e la sua valutazione soggettiva, oltre alla misura del rapporto segnale/rumore video non pesato $(S/N)_{v,n.p.}$.

Iniziando con il collegamento completo Torino-Roma-Torino, si è ridotto progressivamente il numero di tratte sino ad avere un tasso d'errore migliore di $1 \cdot 10^{-5}$ (corrispondente alla soglia della comparsa degli errori sull'immagine). Tale condizione è stata riscontrata sui seguenti collegamenti:

a) Collegamento Torino-M.Penice-Torino (con loop IF a M. Penice): 2 tratte in ponte mobile e 6 tratte in ponte video, per una lunghezza complessiva di circa 484 km.

b) Collegamento Torino-Milano-Torino: 2 tratte in ponte mobile e 4 tratte in ponte video, per una lunghezza complessiva di circa 330 km.

Per la caratterizzazione dei suddetti collegamenti sono state rilevate le caratteristiche IF-IF del ritardo di gruppo in funzione della frequenza; si riportano in tabella 6 le variazioni picco-picco massime nella banda utile.

Sono state inoltre misurate le distorsioni presenti sul segnale video PAL FM: i risultati sono riportati in tabella 7, dove compaiono anche, a titolo di riferimento, le distorsioni già presenti all'uscita del generatore video.

Le misure effettuate nelle condizioni sopra descritte sono riportate in tabella 8: per il sistema DM-34 è riportato il tasso d'errore, per il PAL FM il rapporto S/N video, per entrambi il corrispondente rapporto C/N nella banda di 34,4 MHz (coincidente quindi con E_b/N_0), calcolati in base al rapporto S/N video non pesato dalla formula:

$$(C/N)_{34,4MHz} = (S/N)_{video\ n.p.} - 15,3 \text{ dB}$$

in cui il termine fisso 15,3 dB è determinato dai parametri di modulazione e dall'ampiezza del segnale video.

In tabella compare, come riferimento, il collegamento in ponte mobile Centro Ricerche RAI-Eremo-Centro Ricerche RAI.

Successivamente è stato valutato il degradamento video in funzione del rapporto E_b/N_0 (C/N in 34,4 MHz), peggiorando artificiosamente il C/N del collegamento con la somma di rumore IF all'ingresso del demodulatore.

I risultati sono riportati nelle figure 13 e 14, da cui si può osservare che, mentre le curve dell'S/N video dei vari collegamenti sono quasi coincidenti e quindi dipendono solo dal C/N del collegamento, quelle del degradamento video numerico sono traslate verso C/N crescenti con il crescere della lunghezza del collegamento: vi sono quindi, oltre al rumore, altre cause di degradamento (ad esempio il ritardo di gruppo).

In tabella 9 sono riassunti, per i vari collegamenti, i valori del C/N dei collegamenti stessi, del C/N corrispondente alla soglia del degradamento video numerico e dei relativi margini, da cui si nota che:

— gli stessi collegamenti presentano caratteristiche e prestazioni di giorno in giorno diverse: ciò può dipendere prevalentemente dalle condizioni di propagazione, ma

TABELLA 6
RITARDO DI GRUPPO IF-IF DEI COLLEGAMENTI IN PONTE RADIO FM VIDEO SPERIMENTATI.

Collegamento	Ritardo di gruppo IF-IF in ± 12 MHz [ns]
Torino-M.Penice-Torino [1à misura]	33
Torino-M.Penice-Torino [2à misura]	25
Torino-Milano-Torino	16
Torino-Eremo-Torino	6

TABELLA 7
DISTORSIONI VIDEO DEL SEGNALE PAL FM SUI COLLEGAMENTI IN PONTE RADIO SPERIMENTATI

Distorsioni video		Generatore video	Collegamento TO-M.Penice-TO	TO-Milano-TO	TO-Eeremo-TO
Ampiezza barra bianca	[%]	-1,5	-1	-2	-2
Distorsione linea di base	[%]	-0,5	+1,5	+1,5	+1
Tilt a 50Hz	[%]	0	+1	+1	+1
Ampiezza 2T	[%]	-0,5	+0,5	0	-1,5
Nonlinearità statica	[%]	+1	+1,5	+1	+1
Amp. crominanza (riga 331)	[%]	-1,5	+5	+1,5	-0,5
Intermodulaz. V/L (riga 331)	[%]	0	+1	+1	+1
Amp. crominanza (20T)	[%]	-1,5	+5	0	-1
Intermodulaz. C/L (20T)	[%]	+0,5	+1	+0,5	+0,5
Ritardo cromin.-lumin	[ns]	0	-10	-15	-10
Guadagno differenziale	[%]	0	+2	+4,5	0
Fase differenziale	[°]	0	-4,5	-2	-1,5
Ampiezza sincronismi	[%]	-1,5	-1,5	3	2,5
Ampiezza burst	[%]	-2	+3	-2,5	-1,5

TABELLA 8
CONFRONTO FRA I RISULTATI OTTENUTI CON I SISTEMI DM-34 E PAL FM SUI VARI COLLEGAMENTI SPERIMENTALI

Sistema	Misura	Collegamento Torino-M.Penice-Torino 1ª misura	Torino-M.Penice-Torino 2ª misura	Torino-Milano-Torino 1ª misura	Torino-Milano-Torino 2ª misura	Torino-Eremo-Torino
DM-34	BER	$4 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$< 1 \cdot 10^{-9}$	$< 1 \cdot 10^{-9}$	$< 1 \cdot 10^{-9}$
PAL FM	(S/N)vnp	48,3 dB	50,5 dB	53,5 dB	53,5 dB	56,8 dB
DM-34 PAL FM	$(C/N)_{34,4MHz}$	32,1 dB	34,3 dB	37,3 dB	37,3 dB	41,5 dB

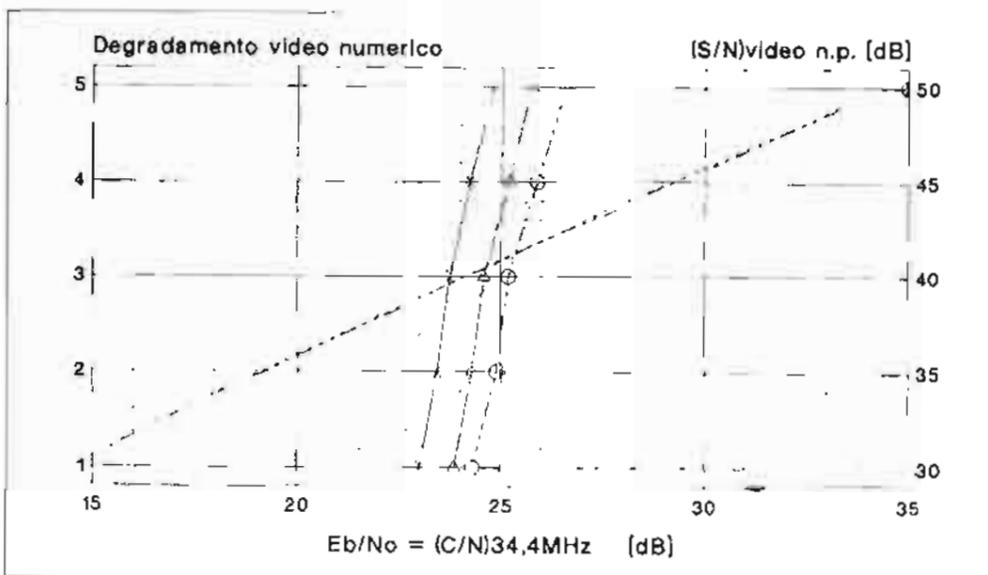



Fig. 13 - Sistemi DM-34 numerico e FM analogico sui ponti radio TV: prestazioni su collegamenti di diversa lunghezza
D.V. EREMO
D.V. PENICE seconda misura
D.V. PENICE prima misura
S/N EREMO
D.V. PENICE seconda misura
D.V. PENICE prima misura

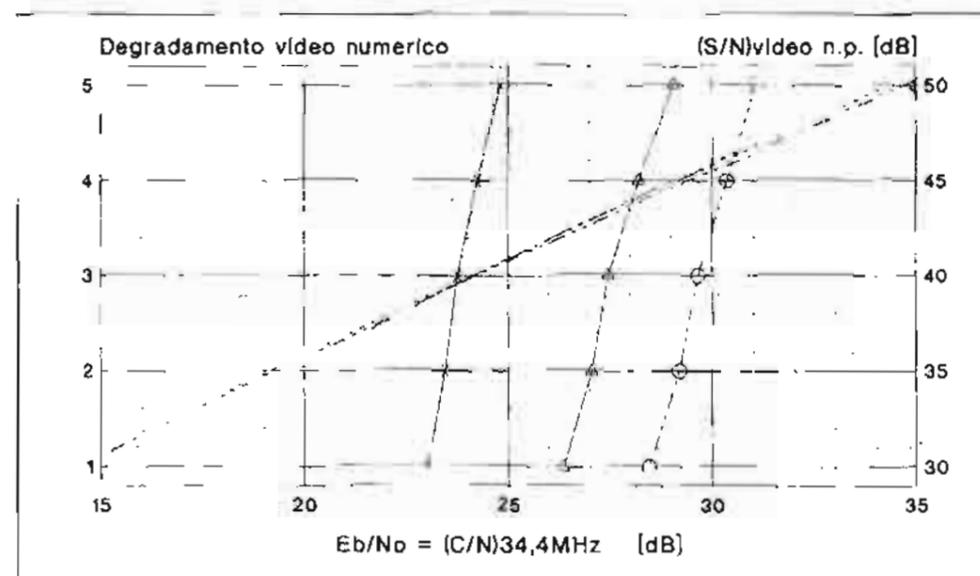



Fig. 14 - Sistemi DM-34 numerico e FM analogico sui ponti radio TV: prestazioni su collegamenti di diversa lunghezza
D.V. EREMO
D.V. PENICE seconda misura
D.V. PENICE prima misura
S/N EREMO
D.V. PENICE seconda misura
D.V. PENICE prima misura

TABELLA 9
VALORI DI C/N DEI COLLEGAMENTI, DEI C/N CORRISPONDENTI ALLA SOGLIA DEL DEGRADAMENTO VIDEO NUMERICO ED I RELATIVI MARGINI, PER I VARI COLLEGAMENTI SPERIMENTATI

$(C/N)_{34,4MHz}$ [dB]	Collegamento Torino-M.Penice-Torino 1ª misura	Torino-M.Penice-Torino 2ª misura	Torino-Milano-Torino 1ª misura	Torino-Milano-Torino 2ª misura	Torino-Eremo-Torino
Collegamento	32,1	34,3	37,3	37,3	41,5
Soglia errori	31,05	29,05	26,6	25,75	24,8
Margine	1,05	5,25	10,7	11,55	16,7

anche dal contributo delle caratteristiche dei transiti in IF, che possono essere differenti di volta in volta;

— il collegamento fino al M.Penice e ritorno, con 6 tratte in ponte fisso e 2 tratte in ponte mobile, presenta margini ridotti (da 1 a 5 dB) e valori di tasso d'errore intorno a $1 \cdot 10^{-6}$, $1 \cdot 10^{-7}$; l'utilizzo del sistema DM-34 in queste condizioni è quindi sconsigliabile;

— il collegamento fino a Milano e ritorno (con 4 tratte in ponte fisso e 2 tratte in ponte mobile) presenta margini maggiori (circa 11 dB) e tasso d'errore molto buono ($< 1 \cdot 10^{-9}$) rispetto al precedente collegamento fino al M.Penice: questa può essere considerata la condizione limite per il funzionamento corretto del sistema DM-34.

11. Conclusioni

Al termine delle prove effettuate a Torino, presso il Centro Ricerche RAI, sul sistema DM-34, realizzato dalla Continental Microwave per la trasmissione di segnali numerici a 34Mbit/s sui ponti radio analogici FM, si possono fare alcune considerazioni conclusive sulla base dei risultati ottenuti.

a) Anzitutto, in presenza di solo rumore termico il sistema DM-34, che utilizza la modulazione 4FSK, necessita di un rapporto E_b/N_0 di circa 25 dB per ottenere un tasso d'errore di $1 \cdot 10^{-5}$, corrispondente alla soglia di visibilità degli errori sull'immagine decodificata. Tali prestazioni sono peggiori di circa 14 dB nei confronti di un sistema QPSK (non codificato) allo stesso bit-rate (che richiederebbe però appositi ponti radio numerici).

b) Dal punto di vista della larghezza di banda RF, non vi sono differenze rilevanti nelle prestazioni se la banda non scende sotto i 27 MHz, ma si evidenzia una discreta sensibilità del sistema al ritardo di gruppo.

c) Le misure di jitter sul segnale numerico hanno evidenziato che il modem DM-34 in esame rientra agevolmente nelle specifiche del CCITT (Racc. G.823) limitatamente al jitter intrinseco; per il jitter massimo ammissibile in ingresso e per il jitter di trasferimento l'apparato non risponde completamente alle specifiche del CCITT, il che potrebbe limitare il numero di mo-demodulatori DM-34 presenti in cascata sul collegamento.

d) Per quanto riguarda i rapporti di protezione cocanale e sui canali adiacenti a ±14,5 MHz (canalizzazione sfalsata) e a ±29 MHz (canalizzazione principale), in un prevedibile scenario misto analogico-numerico, risulta, prima di tutto, che il segnale DM-34, è in generale meno disturbante rispetto al PAL FM, per cui l'introduzione parziale del sistema solo su alcuni collegamenti non dovrebbe peggiorare la situazione esistente dal punto di vista interferenziale.

Invece il segnale DM-34 interferito dal PAL FM si è dimostrato sensibile in particolare all'interferenza sul 1°

canale adiacente a ±14,5 MHz, con valori del rapporto di protezione leggermente superiori (di 1 o 2 dB) a quello cocanale (27 dB), per cui potrebbe essere necessario verificare la situazione interferenziale, prima dell'inserimento del nuovo sistema sui collegamenti.
Mancano i valori dei rapporti di protezione con segnale DM-34 interferito da altro DM-34, ma questa condizione, per quanto detto sopra, non dovrebbe essere più critica di quella con PAL FM interferente.

e) Per quanto riguarda le prove con i **ponti mobili** ALCATEL TM400, con una singola tratta il tasso d'errore di $1 \cdot 10^{-5}$ (soglia degli errori sul video numerico) si ottiene con un campo in ricezione di circa –72 dBm: nella stessa condizione il degradamento video PAL è di circa 3,5 nella scala CCIR a 5 gradi. Aggiungendo altre 3 tratte, funzionanti con campo intorno a –60 dBm, si verifica un peggioramento di circa 1,5 dB sul livello del campo richiesto all'ingresso dell'ultimo ricevitore.

f) Sulla base dei risultati delle prove sui **ponti fissi** a 2 GHz, si è verificato un funzionamento corretto del sistema con un numero di tratte non superiore a 6, con un valore del tasso d'errore migliore di $1 \cdot 10^{-9}$.
Pertanto su collegamenti comprendenti un numero di tratte maggiore risulterebbe necessario introdurre punti intermedi di rigenerazione del segnale numerico costituiti da una coppia demodulatore-modulatore DM-34. In tal caso dovrebbero però essere valutati attentamente gli effetti conseguenti alla connessione in cascata di più apparati, dal punto di vista ad esempio del jitter.

Come conclusione globale si può affermare che il sistema DM-34 potrebbe consentire a breve termine l'inserimento di segnali video numerici sugli attuali ponti radio analogici, con caratteristiche in generale soddisfacenti e con qualità del segnale video pressoché inalterata, a condizione di introdurre periodiche rigenerazioni del segnale numerico. Per maggiore affidabilità delle caratteristiche rilevate, sarebbe opportuno studiare il comportamento in presenza di «fadings», inserendo il sistema nella rete dei collegamenti per prove a lungo termine, con monitoraggio e registrazione del tasso d'errore.

(4133)

BIBLIOGRAFIA

1. - B. CATANIA: *Trasmissione numerica su ponti radio analogici*, «Elettronica e Telecomunicazioni», n. 1 - 1980.
2. - P. D'AMATO, G. GARAZZINO, D. TABONE: *Prove di laboratorio sul sistema di trasmissione numerica DSA-2 (CSELT) a 4 Mbit/s*, «RAI-Centro Ricerche», Relazione Tecnica n. 80/16/I.
3. - D. TABONE: *Prove di campo del sistema di trasmissione numerica DSA-2 (CSELT) a 34 Mbit/s*, «RAI-Centro Ricerche», Relazione Tecnica n. 81/21/I.
4. - G. GARAZZINO, G. SCALVINI: *Trasmissione di segnali video numerici sui ponti radio analogici FM*, «RAI-Centro Ricerche», Relazione Tecnica n. 93/04/I.
5. - CCITT, «Libro Blu» Fascicolo IV, Supplemento No. 3.8.

IL SERVIZIO DATAVIDEO CARATTERISTICHE TECNICHE ED OPERATIVE

L. BARACCO*

SOMMARIO — L'articolo descrive le caratteristiche tecniche ed operative del nuovo servizio di diffusione dati della RAI — Radiotelevisione Italiana, denominato DATAVIDEO, confrontandolo con i servizi Teletext già in esercizio. Si illustrano con particolare attenzione le capacità trasmissive del sistema, le modalità di trasmissione dei dati e le classi di servizio legate al numero di ripetizioni di ciascun pacchetto di dati. Conclude la parte dedicata alle caratteristiche generali del servizio la descrizione del «sistema di generazione». Segue la presentazione del servizio DATAVIDEO RAI-IBM realizzato in collaborazione tra le due Aziende. Si illustra, successivamente, un impianto tipo per l'esercizio regolare del servizio: la prima parte riguarda la struttura fondamentale dell'impianto, la seconda è dedicata alla struttura costituente il back-up, ossia quell'insieme di apparecchiature indispensabili a garantire la continuità del servizio anche in caso di avaria di una o più parti. L'impianto descritto è stato progettato dal Centro Ricerche RAI e, successivamente, installato presso il Centro RAI di Saxa Rubra (Roma). Si conclude con un breve cenno ai possibili futuri sviluppi del servizio DATAVIDEO per quanto riguarda sia la tipologia dei servizi sia il potenziamento delle caratteristiche tecniche attualmente in fase avanzata di studio e realizzazione presso il Centro Ricerche RAI.

*SUMMARY — **The DATAVIDEO Service: Technical and Operational Characteristics**. The article describes the technical and operational characteristics of the new RAI data broadcasting service, named DATAVIDEO, comparing its performance with he Teletext services already into operation. Particular attention is paid to the transmission capacity of the system, the data transmission modalities, and the service classes depending on direct and repetitive transmission of each packet. As a conclusion of the section dedicated to the general characteristics, a description of the "generation system" is given. The RAI-IBM DATAVIDEO service, implemented in co-operation between the two companies, is presented. A typical system for the normal operation of the service is then illustrated: firstly concerning the basic structure of the system; secondly considering the structure which forms the back-up, i.e. the whole equipment necessary to guarantee the service even in the case of failure of one or more components. The described system was designed by the RAI Research Centre, and, subsequently, installed at the RAI Centre of Saxa Rubra (Rome). Finally, the possibile future developments of the DATAVIDEO are briefly described, considering both the types of services and the enhancement of the technical characteristic, whose study and implementation are proceeding apace at the RAI Research Centre.*

1. Introduzione

Il DATAVIDEO è un sistema di diffusione dati su canale televisivo, sviluppato dal Centro Ricerche RAI ed introdotto in fase operativa sulle reti televisive della RAI. Esso utilizza il supporto trasmissivo del segnale Teletext, ossia le righe di cancellazione di quadro del segnale televisivo. I dati trasmessi hanno la stessa struttura dei dati Teletext e possono coesistere con gli altri servizi Teletext della RAI quali il Televideo e il Telesoftware, che utilizzano lo stesso supporto trasmissivo. Questa coesistenza è possibile in quanto il DATAVIDEO utilizza, per i propri dati, indirizzamenti di riga diversi dagli altri servizi Teletext.

Le caratteristiche tecniche, il protocollo di trasmissione utilizzato ed il formato dei dati sono ampiamente illustrati nell'articolo di cui in bibliografia 1.

Nella configurazione attualmente in esercizio sono dedicate al DATAVIDEO, per ogni semiquadro, due righe fisse della cancellazione di quadro: le rimanenti sono destinate ai servizi Televideo e Telesoftware. Maggiori e più dettagliate informazioni sono fornite dalla pubblicazione 2 della bibliografia.

Il servizio DATAVIDEO è indirizzato ad utenti specifici: i dati trasmessi possono, cioè, essere ricevuti solo da utenti abilitati alla ricezione ed alla decodifica dei dati. Su questo particolare aspetto del servizio si tornerà, in dettaglio più avanti.

Il DATAVIDEO utilizza il sistema di generazione e diffusione ideato, progettato e realizzato dal Centro Ricerche RAI in collaborazione con l'IBM SEMEA S.p.A. che ha curato lo sviluppo del software di gestione dei terminali degli Information Provider (IP) ed i terminali di utente su PC (software e schede di ricezione).

2. Caratteristiche del DATAVIDEO

2.1 CONFRONTO TRA I SERVIZI DI DIFFUSIONE DATI DELLA RAI

Sulle tre reti televisive della RAI vengono effettuati servizi di diffusione dati che utilizzano il supporto trasmissivo

* Dr. Luigi Baracco del Centro Ricerche RAI - Torino.
Dattiloscritto pervenuto alla Redazione il 20 luglio 1994.

del Teletext; tali servizi sono: Televideo, Telesoftware e DATAVIDEO. Sulle prime due reti sono offerti tutti e tre i servizi Teletext di cui sopra, per ora in forma identica per ogni rete, e con copertura estesa all'intero arco delle 24 ore. Sulla terza rete sono presenti, al momento, solo Televideo e Telesoftware che si differenziano rispetto alle altre due reti sia per la presenza di trasmissioni Teletext regionali che per la copertura oraria che non è estesa a tutta la giornata.

I tre servizi si differenziano tra di loro non solo per i contenuti ma anche per le modalità ed i protocolli di trasmissione. Per quanto riguarda Televideo e Telesoftware esse sono state ampiamente illustrate negli articoli ad essi dedicati: si veda la bibliografia relativa all'articolo 2 della bibliografia della presente pubblicazione.

Le caratteristiche del DATAVIDEO sono particolarmente significative se confrontate con quelle degli altri servizi Televideo e Telesoftware; le differenze più rilevanti del DATAVIDEO sono:

a) i dati sono trasmessi una sola volta (o due qualora sia richiesta una ripetizione) mentre nel Televideo e Telesoftware i dati vengono trasmessi più volte. Ne consegue che la quantità di dati che è possibile trasmettere è notevolmente maggiore di quella degli altri due servizi Teletext anche se a questi servizi è dedicato un maggior numero di righe della cancellazione di quadro.

b) i dati non sono ricevibili con i normali televisori ma richiedono un ricevitore che utilizza un computer dotato di un software dedicato alla particolare applicazione. Qualcosa di analogo succede con il servizio Telesoftware dove i dati, per essere utilizzati dall'utente, devono essere ricevuti ed elaborati da un computer, solitamente un PC equipaggiato con una scheda Teletext e fornito di software opportuno.

c) il servizio è destinato ad una utenza specifica: ogni utente DATAVIDEO è abilitato a ricevere, tramite una opportuna «chiave di accesso» solo determinate trasmissioni di dati. Il servizio Televideo è invece destinato a tutta l'utenza televisiva; il Telesoftware ha alcune trasmissioni destinate a tutta l'utenza ed altre destinate a gruppi particolari.

d) il servizio è realizzato con due distinte modalità di trasmissione dei dati, denominate rispettivamente *tempo reale e differita (batch).*

Nella modalità *tempo reale* il Fornitore di Informazioni (IP) invia i dati in modo continuo: i dati vengono trasmessi immediatamente realizzando così un collegamento costante tra IP ed utente. Nella modalità *differita* il Fornitore di Informazioni (IP) invia i dati raggruppati, normalmente sotto forma di file, e indica l'ora, o le ore, in cui desidera che i suoi dati vengano trasmessi. La scelta della modalità di trasmissione da parte dell'IP è strettamente connessa al tipo di servizio che l'IP intende fornire ai suoi clienti, come apparirà chiaro nei successivi paragrafi.

2.2 La capacità trasmissiva del DATAVIDEO

La capacità trasmissiva del sistema DATAVIDEO è strettamente connessa con il numero di righe di cancellazione di quadro ad esso dedicate. Ogni riga contiene un pacchetto DATAVIDEO e poiché in un secondo si hanno 50 cancellazioni di quadro, in ogni secondo possono essere trasmessi 50 pacchetti di dati per ogni riga di cancellazione di quadro. Facendo riferimento ad un ipotetico sistema DATAVIDEO utilizzante una sola riga della cancellazione di quadro, si ottengono, per la capacità trasmissiva del sistema, i valori riportati in Tabella 1. In essa sono indicati i volumi di dati trasmessi per ogni secondo e per ogni minuto, espressi sia in byte che in bit.

Per avere informazioni su sistemi utilizzanti più righe di cancellazione di quadro è sufficiente moltiplicare i dati riportati nella Tabella 1 per il numero di righe utilizzate.

Una ulteriore precisazione riguarda il numero di byte per pacchetto trasmesso: vengono qui considerati solo i byte utili, cioè quelli effettivamente riguardanti i dati dell'IP. Tutti i byte relativi al protocollo, di cui si dice ampiamente in bibliografia 2, sono tenuti fuori dal computo.

Con questa premessa, ogni pacchetto risulta composto da 33 byte utili e le cifre sotto riportate si riferiscono al numero di byte utili trasmessi, cioè al numero di byte facenti effettivamente parte dei dati dell'IP.

TABELLA 1
PRESTAZIONI SERVIZIO DATAVIDEO

Tempo misurato in secondi	Numero righe cancellazione di quadro	Numero pacchetti trasmessi	Numero byte utili trasmessi	Numero bit utili trasmessi
1	1	1×50×1=50	33×50=1650	33×50×8= 13200
60	1	60×50×1= 3000	33×3000= 99000	33×3000×8= 792000

2.3 Le classi di servizio

Si è precedentemente detto che il servizio DATAVIDEO trasmette i dati una sola volta a meno che non sia esplicitamente richiesta la ripetizione della trasmissione. Questa ripetizione è connessa con la *classe di servizio* assegnata all'IP: è cioè possibile avere i propri dati ritrasmessi secondo la modalità che viene ora descritta.

L'idea della ritrasmissione dei dati dell'IP è nata per garantire la integrità dei dati ricevuti dai clienti dell'IP anche in caso di disturbi di natura impulsiva. Tali disturbi, non dipendenti dalla stazione trasmittente ma collegati a situazioni locali come, ad esempio, vicinanza dell'antenna ricevente ad apparati elettrici generanti onde elettromagnetiche (saldatrici, forni, motori elettrici), hanno durata molto breve e pari alla durata di qualche bit. Tali disturbi non si estendono quindi al di là della durata di un pacchetto che, come detto, è formato da 33 byte: ne consegue che effettuando la seconda trasmissione dei dati ad una distanza minima di un pacchetto dalla prima, la seconda sarà esente dai disturbi che hanno colpito la prima.

Partendo da queste considerazioni, il sistema DATAVIDEO prevede le ripetizioni dei dati ad una distanza massima di una trentina di pacchetti dalla trasmissione precedente: è infatti prevista anche la possibilità di avere più di una ripetizione. Questa opzione, che è stata chiamata *classe di servizio*, è scelta dall'IP al momento della stipula del contratto ed è disponibile nelle seguenti configurazioni:

classe di servizio 0: i dati vengono trasmessi una sola volta, senza ripetizioni

classe di servizio 1: i dati vengono trasmessi e, successivamente, ripetuti un sola volta

classe di servizio 2: i dati vengono trasmessi e, successivamente, ripetuti due volte. La distanza tra le due ripetizioni è la stessa (circa una trentina di pacchetti).

Ad ogni IP viene assegnata di default la *classe di servizio 1*.

La introduzione della *classe di servizio* ha, ovviamente, un considerevole impatto sul calcolo del tempo di trasmissione necessario per inviare una certa quantità di dati. Facendo uso della Tabella 1 del paragrafo precedente è possibile calcolare questo tempo di assenza di ripetizioni, ovvero in *classe di servizio 0*. Se l'IP trasmette con ripetizione dei dati, tale tempo va raddoppiato o triplicato a seconda della *classe di servizio*. Come si vede, ad un aumento della sicurezza sulla integrità dei dati corrisponde un aumento del tempo necessario per trasmetterli.

Dalla osservazione precedente scaturisce una interessante considerazione sulle *classi di servizio*, considerazione legata alla natura dell'IP. Se questi invia i suoi dati in *modalità differita*, allora la informazione che deve essere trasmessa è costituita dalla intera massa dei dati e la perdita o l'alterazione di anche un solo bit compromette completamente il buon esito di tutta l'operazione. Si pensi, ad esempio, alla trasmissione di un pacchetto software. In questi casi la ripetizione dei dati ha senso in quanto fornisce un altissimo livello di sicurezza alla integrità della ricezione.

Se l'IP trasmette i suoi dati in *modalità tempo reale*, allora una intera informazione è contenuta in pochi pacchetti DATAVIDEO o addirittura in uno solo. La perdita di una di queste informazioni, peraltro estremamente rara, può non essere così grave e comunque non vanifica l'intera trasmissione come nel caso precedente. Si pensi, ad esempio, alla trasmissione delle quotazioni di Borsa: la perdita dei dati relativi alla quotazione di un titolo in una trattativa può essere sopportata senza grossi inconvenienti. Inoltre, i dati trasmessi da questi IP hanno come caratteristica peculiare la immediatezza e, di conseguenza, la loro vita è molto breve. La ripetizione del dato ad un certo intervallo di tempo, seppure molto breve, può avvenire quando il dato non è più attuale e l'interesse per quella informazione è diventato nullo. Rifacendosi all'esempio precedente e tenendo conto che arrivano mediamente, in ogni secondo, cinque di queste informazioni, non è difficile immaginare che una informazione giunta, ad esempio, con un secondo di ritardo ha alte probabilità di essere ormai obsoleta.

Da quanto detto se ne deduce che il meccanismo delle ripetizioni è certamente utile per le trasmissioni in *modalità differita*, mentre per quelle in *modalità tempo reale* deve essere valutata attentamente.

3. Il sistema di generazione DATAVIDEO

3.1 Struttura del sistema

Il sistema di generazione DATAVIDEO è sostanzialmente costituito di due parti: il *generatore DATAVIDEO* ed il *nodo Store & Forward (SFW).*

Il *generatore DATAVIDEO* è il cuore del sistema di generazione del servizio: esso ha infatti la funzione di inserire i pacchetti DATAVIDEO nelle righe di cancellazione di quadro destinate a questo servizio. A questo apparato hanno accesso sia gli IP che usano la modalità *tempo reale*, sia il *nodo SFW* che è visto dal *generatore* come un IP in modalità tempo reale Entrambi inviano al *generatore DATAVIDEO* i dati in forma di pacchetti secondo il protocollo descritto nella pubblicazione 1 di bibliografia. Al *generatore DATAVIDEO* è anche demandata la delicata funzione di gestione delle ripetizioni: è esso infatti che, a seconda della *classe di servizio* dell'IP, provvede a conservare, in una propria memoria, gli ultimi dati trasmessi ed a ritrasmetterli dopo un opportuno intervallo di tempo (circa trenta pacchetti).

Il *nodo SFW* gestisce esclusivamente gli IP che utilizzano la modalità *differita*. I loro dati sono raggruppati in file che vengono sottoposti, presso l'IP, ad una operazione chiamata pacchettizzazione che ha essenzialmente lo scopo di raggruppare i dati da trasmettere in pacchetti DATAVIDEO secondo il protocollo descritto in bibliografia 1. I dati così pacchettizzati vengono trasmessi, sotto forma di file, al *nodo SFW* che provvede, all'ora stabilita, ad inviarli al *generatore DATAVIDEO* per la trasmissione via etere. Gli IP che utilizzano questa modalità hanno necessità di parcheggiare i loro dati in attesa del momento della trasmissione via etere: anche questa operazione è gestita dal *nodo SFW*.

Il sistema di generazione DATAVIDEO è stato inserito nell'impianto realizzato per il servizio DATAVIDEO presso il Centro RAI di Saxa Rubra (Roma): in un successivo paragrafo ne viene fornita una descrizione dettagliata.

3.2 Accesso al sistema

I *Fornitori di Informazione* (IP) connessi al sistema DATAVIDEO possono utilizzare, per inviare i loro dati, due distinte modalità: *tempo reale e differita*. La scelta dell'una o dell'altra modalità è esclusivamente legata alle caratteristiche del servizio che l'IP vuole fornire ai suoi Clienti.

Con la modalità in *tempo reale* l'IP è in grado di trasmettere i dati in modo continuo realizzando così un collegamento costante con i suoi Clienti. Questi devono, naturalmente, rimanere sempre in ricezione con i loro ricevitori; in tal modo essi hanno a disposizione i dati pochissimo tempo dopo che l'IP li ha generati. Questo intervallo di tempo è valutabile in frazioni di secondo, dovute essenzialmente alla trasmissione su linea telefonica tra IP e DATAVIDEO. Questa modalità è particolarmente apprezzata da quegli utenti che devono trasmettere ai loro Clienti dati che richiedono aggiornamenti continui: ad esempio le Agenzie di Borsa che inviano, a Banche ed Operatori Economici, le quotazioni dei Titoli mano a mano che arrivano dalle varie Borse Valori. In particolare utilizza il DATAVIDEO in questa modalità, il Centro Elaborazione Dati della Borsa di Milano e, sia detto senza vanto, con notevole soddisfazione sua e dei suoi Clienti.

Questi IP utilizzano, per collegarsi con il Sistema DATAVIDEO, linee telefoniche dedicate la cui capacità trasmissiva teorica è di 9600 baud. A causa del protocollo di trasmissione tra IP e *generatore*, la effettiva capacità trasmissiva scende drasticamente e può essere valutata, secondo misure affidabili effettuate presso il Centro Ricerche RAI, non superiore a 4500 baud. Tale capacità si è comunque rivelata sufficiente per le attuali applicazioni.

I collegamenti di questi IP durano parecchie ore: di qui la scelta di utilizzare linee dedicate che garantiscono un collegamento sempre disponibile e di migliore qualità.

Nella modalità *differita* il Fornitore di Informazioni (IP) invia i dati raggruppati, normalmente sotto forma di file, e

indica l'ora, o le ore, in cui desidera che i sui dati vengano trasmessi. Allo scadere del tempo indicato, il DATAVIDEO trasmette il file che verrà ricevuto solo dagli utenti indicati dall'IP. Questa modalità è indicata per quegli IP che hanno necessità di inviare i loro dati periodicamente: ad esempio aggiornamenti di data base e di software, caratteristici di Aziende fornitrici di servizi a Professionisti come Avvocati, Consulenti Finanziari, Commercialisti etc.

Questi IP utilizzano, per i collegamenti con il Sistema DATAVIDEO, linee telefoniche commutate, data anche la brevità dei loro collegamenti che non superano mai la durata di un'ora e, molto spesso, si concludono nel giro di pochi minuti.

Essi inviano i loro dati sotto forma di file e necessitano di un'area in cui parcheggiarli in attesa dell'ora della trasmissione. Questa area di parcheggio è fornita dal *nodo SFW* che gestisce anche le eventuali richieste di ritrasmissione, la cancellazione e lo spostamento di una trasmissione e provvede alla fatturazione in base alla quantità di dati trasmessi e al tipo di contratto sottoscritto dall'IP.

Allo scadere dell'ora prevista per la trasmissione, il *nodo SFW* si collega al *generatore DATAVIDEO* presentandosi come un IP in *tempo reale*. Il collegamento tra *nodo SFW* e *generatore* avviene, almeno per ora, utilizzando una linea seriale a 38400 baud. Poiché la configurazione del sistema DATAVIDEO in esercizio prevede l'utilizzo di due sole righe della cancellazione di quadro, il massimo flusso di dati trasmissibile è di 13200 * 2 bit al secondo ossia 26000 baud (vedere Tabella 1 del paragrafo 2.2). Per quanto detto precedentemente a proposito dell'effettivo flusso di dati si può far transitare su un collegamento seriale a causa del protocollo di trasmissione, un flusso nominale di 38400 baud in ingresso al *generatore DATAVIDEO* è insufficiente a garantire un flusso, in etere, di 26000 baud. Questo non succede nel sistema DATAVIDEO in modalità *differita*, quale si sta descrivendo, in quanto questa modalità prevede la ripetizione dei dati (*classe di servizio 1 o 2*). Ne consegue che per alimentare un flusso dati in etere di 26000 bit è sufficiente, in ingresso, un flusso metà o addirittura un terzo. Quindi, come si vede, il flusso in ingresso è più che sufficiente per impegnare a fondo tutte le risorse del sistema nella configurazione attuale.

Particolarmente interessante è il controllo delle abilitazioni alla ricezione e della composizione dei gruppi di utenti, controllo effettuato in modo remoto dal *nodo SFW* ed in qualsiasi istante mediante opportuni comandi inviati dall'IP e diffusi dal DATAVIDEO.

Il Centro Ricerche RAI ha ideato, progettato e realizzato interamente il *generatore DATAVIDEO* ed ha curato la realizzazione del *nodo SFW* ideato e progettato congiuntamente ad altri partner di cui si dirà nel successivo paragrafo. Ha inoltre provveduto a collaudare l'intero sistema di generazione, ad effettuare test e misure sulla capacità trasmissiva del sistema ad offrire assistenza agli IP nella messa a punto delle loro apparecchiature e del loro software di interfaccia. Ha poi installato tutto il sistema attualmente in funzione presso il Centro di Saxa Rubra.

4. Il servizio DATAVIDEO RAI - IBM

4.1 La collaborazione RAI - IBM

Il sistema di generazione DATAVIDEO descritto nel precedente paragrafo è stato utilizzato per la realizzazione del servizio DATAVIDEO RAI-IBM, nato dalla collaborazione tra la RAI e la IBM. Motore di questa collaborazione è stato il Comitato Tecnico RAI-IBM, presieduto dal Centro Ricerche RAI, costituito nel mese di settembre del 1991, con lo scopo di realizzare e promuovere il servizio in tutti i suoi aspetti: tecnici, finanziari, di marketing etc.

Esso ha definito i requisiti di servizio DATAVIDEO e le caratteristiche tecnico-operative del sistema di generazione, diffusione e ricezione. Le trasmissioni sono iniziate in via sperimentale nel mese di giugno del 1993.

Per quanto riguarda lo studio e lo sviluppo del sistema si è operato nel seguente modo:

— la realizzazione dell'intero sistema di generazione e diffusione DATAVIDEO è stata affidata al Centro Ricerche RAI che ha ideato, progettato e realizzato interamente il *generatore DATAVIDEO* per la diffusione del segnale ed ha curato la realizzazione del *nodo SFW* con la collaborazione degli altri partecipanti al Comitato Tecnico.

— la realizzazione dell'interfacciamento del singolo IP al sistema di generazione e del ricevitore presso l'utente sono stati affidati alla IBM-SEMEA. Questa parte del progetto riguarda solo il servizio DATAVIDEO RAI-IBM.

Il Centro Ricerche RAI ha inoltre verificato la funzionalità operativa del sistema, provvedendo alla sua installazione presso il Centro RAI di SAXA Rubra, ha effettuato il collaudo dei terminali riceventi ed ha curato la fase preoperativa del servizio.

4.2 Accesso al servizio

Gli IP che trasmettono con modalità *tempo reale* sono collegati direttamente al *generatore* tramite linea telefonica dedicata. La abilitazione all'accesso avviene tramite parole chiave inviate all'inizio del collegamento e controllate dal *generatore* stesso.

Gli IP che utilizzano la modalità *differita* si collegano al *nodo SFW* utilizzando una linea telefonica commutata ed un programma di comunicazione del commercio. Per questo servizio è stato utilizzato il Procomm Plus. Il riconoscimento dell'IP da parte del *nodo SFW* avviene attraverso una serie di parole chiave; avvenuto il riconoscimento, l'IP è autorizzato ad inviare il proprio file di dati. Questo invio viene effettuato utilizzando il protocollo di comunicazione Zmodem: tale scelta è giustificata dal fatto che Zmodem consente la ripresa della trasmissione di file eventualmente interrotta senza dover cioè ritrasmettere il file dall'inizio. Tale comportamento è particolarmente utile nei trasferimenti dei file dati di notevoli dimensioni (dell'ordine dei megabyte) quali sono quelli inviati dagli IP al *nodo*. Concluso con successo il trasferimento, l'IP sceglie la data e l'ora in cui vuole sia trasmesso il suo file. Sia la data che l'ora devono essere all'interno di una finestra oraria assegnata all'IP in fase di stipula del contratto. All'interno di questa finestra oraria ed il più possibile vicini all'ora richiesta, vengono presentati all'IP un certo numero di possibili intervalli di trasmissione. Tra questi l'IP effettua la sua scelta. La pianificazione delle trasmissioni, ossia il palinsesto del servizio DATAVIDEO, viene costruito prevedendo un certo traffico medio dovuto alle trasmissioni in *tempo reale*: ne deriva che in caso di forte traffico dovuto a questi IP, le trasmissioni *differite* potranno avere una durata superiore a quella prevista in fase di programmazione.

Per compensare questo effetto e non andare ad incidere sensibilmente sugli orari di inizio delle trasmissioni si è introdotto, per il calcolo dei tempi di trasmissione, un opportuno coefficiente che assegna ad ogni trasmissione un tempo maggiore di quello effettivamente necessario in condizione di traffico normale. In tale modo viene assicurata, ad ogni IP, la trasmissione dei propri dati in istanti molto prossimi a quelli programmati. Ovviamente questo tipo di programmazione non ottimizza le risorse trasmissive, nel senso che si hanno periodi di tempo con basso traffico, ma agevola l'IP che può, con notevole precisione, indicare ai propri clienti gli orari in cui verranno effettuate le trasmissioni dei dati. In questi orari i clienti dovranno attivare i loro ricevitori e rimanere in attesa della trasmissione. Ne consegue la grande importanza, per l'efficacia e la qualità del servizio, della puntualità ed il rispetto del palinsesto.

Fissata la prima trasmissione del proprio file, l'IP può programmarne altre senza doverlo rimandare nuovamente: questa operazione viene chiamata rischedulazione. Non vi è alcun limite alle rischedulazioni dei propri file, tranne quella della fascia oraria ed, ovviamente, dell'onere economico. È pure consentito all'IP di annullare la trasmissione dei suoi dati sino ad un istante prima del momento di messa in onda, con penalità differenziate a seconda dell'anticipo rispetto all'ora prenotata.

Ogni IP può vedere, in qualsiasi istante, lo stato di tutti i suoi file, ossia se sono stati trasmessi o quando lo saranno, la data della schedulazione, le dimensioni e i nomi dei file ed il previsto tempo di trasmissione. Ovviamente, ogni IP può accedere a queste informazioni unicamente per i suoi file.

Ogni IP può indirizzare le proprie trasmissioni ad un gruppo di utenti od anche ad uno solo di essi in quanto è l'IP stesso che ha il controllo delle abilitazioni alla ricezione e della composizione dei gruppi di utenti. Questo controllo è esercitato senza intervento diretto sul ricevitore di utente ed in qualsiasi istante mediante l'invio di opportuni comandi al *nodo SFW* e da questi all'utente utilizzando il supporto DATAVIDEO.

4.3 Il ricevitore del servizio DATAVIDEO

Il ricevitore del servizio DATAVIDEO RAI-IBM è stato interamente realizzato da IBM che ne cura anche la commercializzazione e ne garantisce la assistenza.

Esso è costituito da una scheda Teletext per Personal Computer e da un software di ricezione e controllo. La scheda va inserita in un PC ed è disponibile per architetture Micro Channel o BUS AT. Il software, che è stato sviluppato per gli ambienti operativi DOS ed OS/2, consente la ricezione sia in modalità DATAVIDEO che in modalità TELEVIDEO e TELESOFTWARE, riunendo quindi in un unico prodotto tutti gli strumenti necessari per ricevere l'intera gamma dei servizi Teletext diffusi dalla RAI - Radiotelevisione Italiana.

Il programma di ricezione ha alcune funzioni comuni a tutti e tre i servizi ed altre specifiche per ognuno di essi. le prime riguardano in particolare la sintonia ossia la ricerca, tra le numerose emittenti televisive, di quelle che irradiano segnali Teletext. In tal modo sono ricevibili anche i servizi Teletext non generati da RAI.

Per il servizio DATAVIDEO sono previste le seguenti funzioni:

— file di log egli eventi in ricezione
— ricezione dei file
— gestione dei file ricevuti
— visualizzazione della tabella dei gruppi e di informazioni di servizio.

Per garantire l'IP che i dati trasmessi vengono ricevuti solo da utenti da lui stesso abilitati, ogni scheda ha un proprio indirizzo, diverso da tutti gli altri. Esso è realizzato via hardware e non clonabile per cui il livello di sicurezza offerta è considerevolmente alto.

Poiché tutte le funzioni di gestione del protocollo vengono svolte dalla scheda DATAVIDEO senza utilizzare il processore del Personal Computer, questi può continuare a svolgere altre attività durante la ricezione: ossia il ricevitore DATAVIDEO non abbisogna di un computer dedicato per la ricezione dei file.

5. Descrizione di un impianto tipo per il servizio DATAVIDEO

5.1 Generalità sull'impianto

Si descrive, nelle linee generali, un impianto di generazione del servizio DATAVIDEO in grado di gestire sia la modalità *real time* sia la modalità *differita*. Questo schema è stato utilizzato per la realizzazione, presso il Centro di Saxa Rubra della RAI — Radiotelevisione Italiana, dell'impianto relativo al servizio DATAVIDEO. L'impianto è stato completamente progettato e realizzato dal Centro Ricerche RAI.

L'impianto illustrato in figura 1, cui ci si riferisce nel seguito, comprende anche una parte dell'impianto di backup che non è qui riportato nella sua completezza. Esso consiste in una parziale duplicazione dell'impianto, che costituisce la riserva del sistema di commutazione, sia automatico sia manuale, che permette il passaggio dall'impianto principale a quello di riserva in caso di avaria. Questo impianto di back-up è indispensabile per garantire la continuità e la sicurezza del servizio. Nello schema è riportata solamente la duplicazione del *nodo Store & Forward*: mancano le duplicazioni di tutti gli altri apparati ed i sistemi di commutazione dagli uni agli altri. La rappresentazione completa dei sistemi di commutazione, denominata switch DATAVIDEO, è fatta in figura 3 ed alla sua descrizione è dedicato un successivo paragrafo.

5.2 Descrizione dell'impianto

Nel seguito si fa riferimento allo schema riportato in figura 1.

Da quanto detto nei paragrafi precedenti, uno degli elementi più significativi del sistema è il *nodo Store & Forward*. Sono stati inseriti nell'impianto due *nodi Store & Forward*, denominati rispettivamente nodo Azzurro e nodo Rosso, collegati tra loro con una Rete Ethernet. Si è realizzato in tal modo un sistema di back-up caldo, nel senso che, in caso di avaria del nodo in funzione in un certo istante, l'altro lo sostituisce automaticamente.

Ad ogni *nodo* è collegata una consolle destinata all'operatore per interventi sul nodo e per monitoraggio. Un terminale remoto è connesso attraverso la rete Ethernet: esso consente operazioni di monitoraggio e di intervento ad un livello inferiore della consolle e può essere fisicamente situato in zone anche lontane dal *nodo*.

Fig. 1 - Schema di impianto del sistema di generazione DATAVIDEO.
Si rappresenta l'intera catena del servizio DATAVIDEO, partendo dai fornitori di informazioni che sono collegati via modem e linee telefoniche dedicate al *generatore DATAVIDEO*, o via modem e linee telefoniche commutate alle porte seriali del *nodo Store & Forward*. L'uscita del *generatore* è inviata al Data Bridge, inserita sul programma video ed irradiata. Il computer di utente, fornito di opportuna scheda ricevente connessa all'impianto d'antenna, riceve il DATAVIDEO e, attraverso il software di utente, estrae le informazioni trasmesse dall'IP.

Ogni *nodo* è dotato di due porte seriali, denominate COM1 e COM3, e di una multiporta seriale. Questo dispositivo è in grado di gestire contemporaneamente, ed in modo intelligente, sedici porte seriali. Nell'impianto in esame, le porte seriali sono state così utilizzate:
— la porta COM1 è collegata con una apparecchiatura Esat Clock che altro non è che un ricevitore sintonizzato sulle frequenze RAI a modulazione di frequenza su cui l'Istituto Elettrotecnico Italiano Galileo Ferraris di Torino trasmette il segnale orario. In questo modo l'orologio del *nodo* è sempre allineato con l'ora ufficiale;
— la porta COM3 è collegata con il *generatore DATAVIDEO*; attraverso ad essa il *nodo* invia i dati da trasmettere;
— le sedici porte della multiporta seriale sono state così utilizzate:
la porta numero 15 e la numero 16 sono dedicate a terminali remoti. In particolare sono utilizzate per un terminale situato a Roma presso il Marketing Strategico e per un terminale situato a Torino presso il Centro Ricerche RAI;
le restanti 14 porte (dalla numero 1 alla numero 14) sono dedicate agli IP che utilizzano la modalità *differita*. Uno di questi IP, collegato alla porta numero 1 si trova presso il Centro Ricerche RAI: in effetti si tratta di un simulatore di IP utilizzato per test relativi ai nuovi IP. Alla porta numero 9 è collegato un personal, localizzato presso la Sala Controllo Televideo, che svolge la funzione di simulatore di IP:

Nella configurazione illustrata dallo schema è utilizzata solo la multiporta del *nodo* Azzurro; quella relativa al *nodo* Rosso è presente ma le sue sedici porte non sono collegate ad alcuna linea. In realtà è previsto un sistema di commutazione che consente di spostare le linee seriali in ingresso da una multiporta all'altra. Ciò avviene solo in caso di avaria del *nodo* in attività in quel momento. Le porte COM1 e COM3 non richiedono alcun intervento in quanto ogni *nodo* è collegato, attraverso queste porte, con il ricevitore Esat Clock e con il *generatore DATAVIDEO*.

L'altro elemento fondamentale costituente il sistema di generazione del DATAVIDEO è il *generatore DATAVIDEO tipo 9400*. L'impianto ad esso relativo è rappresentato dalla figura 2. Esso è dotato di dieci ingressi per linee seriali che, nella configurazione attualmente in esercizio, sono così utilizzate:
— la porta numero 1 è collegata con il *nodo* che la utilizza per inviare i dati da trasmettere con il servizio DATAVIDEO, dati provenienti da IP che fanno uso della modalità *differita*;
— la porta numero 6 è collegata con un PC avente funzione di consolle per il *generatore*.
— le restanti porte seriali (dal numero 2 al numero 5 e dal numero 7 al numero 10 sono destinate a collegarsi con linee telefoniche su cui gli IP inviano dati con modalità *tempo reale*.

La consolle del *generatore DATAVIDEO* è collegata, attraverso la porta COM3, ad un ricevitore Esat Clock: essa provvede, oltre alle funzioni descritte nella pubblicazione 1 di bibliografia, a mantenere allineato con l'ora ufficiale l'orologio del *generatore*. Per svolgere queste funzioni utilizza la porta COM1 del PC collegata alla porta seriale numero 6 del *generatore*.

Fig. 2 - Sistema di generazione DATAVIDEO.
La figura illustra il dettaglio del sistema di generazione evidenziando i collegamenti in ingresso ed in uscita dal generatore. In particolare nel generatore entrano il segnale video o comunque un segnale di sincronismo, le linee seriali provenienti dal *nodo Store & Forward* e la linea seriale proveniente dalla consolle di operatore. Su detto collegamento arriva il segnale orario ufficiale proveniente dall'Istituto Galielo Ferraris di Torino e ricevuto dall'ESAT: si provvede, in tal modo, a mantenere allineata l'ora del generatore con quella ufficiale.
Si noti la presenza della consolle di operatore e della stampante, utilizzata per la produzione di documenti cartacei riguardanti il funzionamento e la gestione del generatore DATAVIDEO.

Il *generatore DATAVIDEO* riceve, su un opportuno ingresso, il segnale di sincronismo (S.S.) e restituisce in uscita un segnale DATAVIDEO (DTV) contenente i dati pervenuti attraverso le porte seriali. Tale segnale viene inviato ad un inseritore che provvede a inserirlo sul segnale Teletext. Il segnale in uscita dall'inseritore viene inviato, attraverso un modulatore, cavo TV-FM ed un demodulatore, ad un Data Bridge che provvede ad inserirlo sul segnale televisivo che viene, successivamente, irradiato.

Anche per il *generatore DATAVIDEO* e le apparecchiature ad esso connesse è previsto un sistema di back-up caldo, sistema che verrà descritto, a grandi linee, nel paragrafo successivo.

5.3 Lo switch DATAVIDEO

Si descrive, in questo paragrafo, un progetto, denominato switch DATAVIDEO, realizzato dal Centro Ricerche RAI e riguardante il back-up automatico per il sistema di generazione del DATAVIDEO.

Lo schema a blocchi dell'apparato è riportato nella figura 3 e ad esso ci si riferisce nella descrizione che segue.

Il nodo Azzurro ed il nodo Rosso sono collegati tra di loro e con due terminali, già descritti precedentemente, attraverso la Rete Ethernet. In caso di avaria del nodo in trasmissione, il nodo di riserva subentra automaticamente e prosegue le operazioni interrotte.

Occorre però commutare anche le linee entranti ed uscenti dal nodo. Il progetto dello switch DATAVIDEO prevede l'inserimento nell'impianto di un dispositivo di switch per porte seriali RS232 con 20 ingressi e 40 uscite da installare su rach. Tale dispositivo è indicato in figura 3 come Switch RS232 20×40 e provvede a commutare le 16 linee seriali entranti da una multiporta seriale all'altra, la linea di collegamento con l'Esat Clock, il collegamento con le consolle remote e l'uscita dati verso il *generatore DATAVIDEO*. Le modalità di funzionamento sono:

— con comando manuale, ad impulso, di tutte le linee contemporaneamente (modalità *C1*);
— con comando automatico da linea seriale di tutte le linee contemporaneamente (modalità *C2*). Questa modalità è gestita via software;
— con comando manuale da interruttore per ogni linea.

Questi comandi saranno situati su pannello.

Le 20 linee commutabili sono così suddivise: 6 linee a commutazione di 25 conduttori e 14 linee a commutazione di 8 conduttori. In tal modo si possono utilizzare linee seriali comunque complesse.

Anche per il *generatore DATAVIDEO DTV 9400* si prevede una duplicazione: nella figura 3 i due apparati sono indicati con DTV 9400 A e DTC 9400 B. Per commutare le linee entranti da uno all'altro dei *generatori* è stato previsto un dispositivo switch per porte RS232 con 10 ingressi e 20 uscite ad installare su rack. Tale apparato è indicato come Switch RS232 10×20: esso provvede a commutare le 9 linee seriali provenienti dal rack modem linee dedicate su cui si collegano gli IP che utilizzano la modalità *tempo reale* e la linea di collegamento con il *nodo su* cui arrivano i dati degli IP che utilizzano la modalità *differita*.

Le caratteristiche di funzionamento di questo switch sono:

— con comando manuale, ad impulso, di tutte le linee contemporaneamente (modalità *C3*);
— con comando automatico da linea seriale di tutte le linee contemporaneamente (modalità *C4*). Questa modalità è gestita via software;
— con comando manuale da interruttore per ogni linea.

Questi comandi saranno situati su pannello.

Le 10 linee commutabili sono così suddivise: 6 linee a commutazione di 25 conduttori e 4 linee a commutazione di 8 conduttori. In tal modo si possono utilizzare linee seriali comunque complesse.

Anche le uscite dei due generatori sono connesse ad un switch indicato come switch video 2×1 che collega l'uscita del *generatore A* o l'uscita del *generatore B* con l'inseritore. Le operazioni di commutazione sullo switch RS232 10×20 comandano anche la commutazione su quest'ultimo switch video 2×1.

La modalità *C4* dello switch RS232 10×20 che deve essere gestita via software, è attivata da segnalazioni provenienti da un Data Out Analyzer costituito essenzialmente da due ricevitori CDS (o analoghi) e da un PC dotato di software in grado di riconoscere la mancanza del DATAVIDEO sul segnale televisivo e, di conseguenza, di attivare lo switch RS232 10×20 e lo switch video.

6. Futuri sviluppi del DATAVIDEO

6.1 Sviluppi dei servizi DATAVIDEO

Il DATAVIDEO rappresenta certamente una novità nel campo della trasmissione dati, sia per il particolare supporto trasmissivo utilizzato, il segnale televisivo, sia per la estrema capillarità delle aree geografiche coperte. Utilizzando il segnale televisivo RAI si ha una copertura praticamente totale del Paese: ossia è raggiungibile dal DATAVIDEO qualsiasi utente in qualsivoglia località. Inoltre, sia il fornitore di informazioni (IP) sia l'utente finale non devono fornirsi di apparecchiature particolarmente costose o estremamente sofisticate. Infine le prestazioni del DATAVIDEO sono di tutto rispetto: come riportato nella Tabella 1, in condizioni minimali ovvero con una sola riga di cancellazione dedicata al servizio, si possono trasmettere 1,65 kilobyte utili al secondo. Per un raffronto con altri sistemi si pensi che un collegamento telefonico di buona qualità permette una capacità trasmissiva di 1,2 kilobyte al secondo (9600 baud), capacità che si riduce, come byte utili, a meno della metà a causa della presenza del protocollo di trasmissione.

Per la caratteristica di poter raggiungere contemporaneamente un numero vastissimo di utenti, il DATAVIDEO apre un interessante campo di applicazioni, limitato soltanto dalla fantasia degli operatori e dalla capacità trasmissiva del canale. Oltre alle tradizionali trasmissioni dati dedicate ad utenze prevalentemente professionali, si può pensare di utilizzare il DATAVIDEO per trasmettere immagini fisse, testi e grafici realizzando così, ad esempio, la trasmissione di quotidiani. Sul canale DATAVIDEO si può inviare un canale audio digitale in tempo reale ottenendo così un secondo audio sulle trasmissioni televisive, utilizzabile per trasmissioni multi lingue o come commento, destinato a portatori di handicap, di programmi televisivi. Si pensi, ad esempio, al commento dei film dedicato ai non vedenti.

In generale, il canale DATAVIDEO può trasmettere informazioni provenienti da più fonti ed unirle a quelle trasmesse dal mezzo televisivo realizzando così programmi

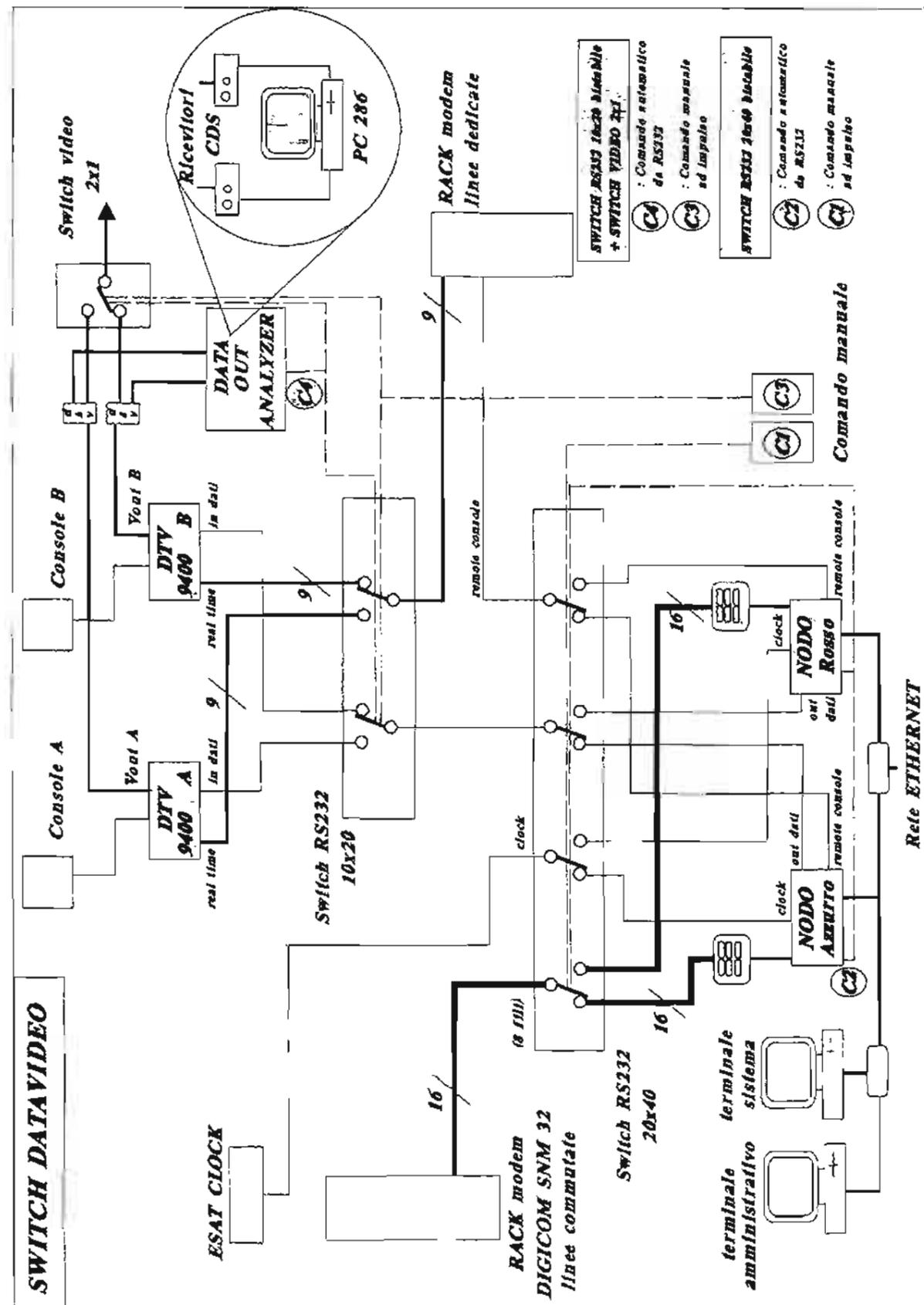



Fig. 3 - Schema dello swich DATAVIDEO
Viene illustrato l'insieme delle apparecchiature di commutazione automatica e/o manuale tra i componenti l'impianto di generazione DATAVIDEO ed i corrispondenti componenti di back-up. Le apparecchiature di commutazione sono indispensabili per garantire la continuità del servizio DATAVIDEO anche in caso di anomalia ad uno o più elementi costituenti l'impianto. Nella figura sono riportati, per ogni apparecchiatura di commutazione, i comandi automatici e manuali previsti.

multimediali che possono spaziare da prodotti di puro divertimento a programmi educativi, a trasmissioni di tipo commerciale come le tele vendite.

Su tutti questi possibili sviluppi il Centro Ricerche RAI ha avviato studi e progetti, alcuni dei quali sono già in avanzato stato di realizzazione.

6.2 Sviluppi del sistema di generazione datavideo

Sotto il profilo più strettamente tecnico, i futuri sviluppi del servizio sono diretti ad eliminare quelli che, a breve termine, potrebbero rivelarsi dei colli di bottiglia del sistema: il collegamento telefonico con gli IP e la comunicazione tra *nodo Store & Forward* ed il *generatore DATAVIDEO*.

Come già detto nei precedenti paragrafi, il collegamento telefonico con gli IP è attualmente realizzato con linee telefoniche dedicate per la modalità *tempo reale* e con le linee telefoniche commutate se si utilizza la modalità *differita*. Questa soluzione è soddisfacente per la prima modalità ove i volumi di dati, anche considerevoli, sono distribuiti in un intervallo di tempo molto lungo (anche otto — dieci ore). Nella modalità *differita* le esigenze sono opposte: si vogliono trasferire grossi volumi di dati nel minore tempo possibile. La tecnologia attuale consente di soddisfare questa esigenza utilizzando particolari tipi di rete telefonica (ISDN, X25). Lo sviluppo del DATAVIDEO in questa direzione è pertanto tracciato: si tratta di interfacciare il sistema di generazione con queste realtà tecnologiche.

La comunicazione tra il *nodo Store & Forward* ed il *generatore DATAVIDEO* è un possibile punto di rallentamento nel flusso di dati verso gli apparati di messa in onda. Questo inconveniente crescerà indubbiamente con lo svilupparsi del servizio. Nelle condizioni attuali, con due righe di cancellazione dedicate al sevizio, è sufficiente il collegamento seriale a 38400 baud realizzato tra le due macchine per inviare una quantità di dati tale da sfruttare appieno la risorsa assegnata. Qualora questa dovesse aumentare, ad esempio passare a tre o quattro righe dedicate della cancellazione di quadro, il collegamento di cui sopra si rivelerebbe inadeguato a fornire il necessario volume di dati. Per ovviare a questo inconveniente, il Centro Ricerche RAI ha da tempo avviato lo studio e pressoché conclusa la realizzazione di un collegamento parallelo tra le due macchine: la soluzione consentirà di gestire sino a sei righe di cancellazione con i dati provenienti dal solo *nodo Store & Forward*. Se a questi si aggiungono i dati provenienti dal *tempo reale* si può ragionevolmente prevedere una capacità complessiva del sistema a gestire otto righe di cancellazione.

(4131)

BIBLIOGRAFIA

1. - P. D'Amato, T. Pirovano, C. Vayr, G. Villa: *Il Datavideo: Nuovo sistema di diffusione dati su canali televisivi*, «Elettronica e Telecomunicazioni», numero 2, 1991.
2. - P. Pennazio: *Sistema di generazione Datavideo tipo 9400*, «Manuale d'Istruzione per Operatori», RAI - Centro Ricerche - Torino.

METODO PER LA VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE STATISTICHE DEI CANALI RADIO

G. BLANCHIETTI, S. RIPAMONTI, M. SCIOLLA*

SOMMARIO — Nell'ambito dell'attività di ricerca sulle nuove tecniche numeriche di trasmissione di segnali radiofonici e televisivi, è di notevole interesse lo studio del modello del canale in cui avviene la propagazione, per l'influenza che si determina sui segnali, dipendentemente dall'ambiente urbano o rurale o montano.
Nel presente articolo viene descritto un metodo per la valutazione sperimentale delle caratteristiche del canale radio che prevede la generazione, la trasmissione, la ricezione in area di servizio di un segnale di prova opportunamente scelto e l'utilizzo di un apposito algoritmo matematico per l'elaborazione delle complesse forme d'onda ricevute, risultanti dalla composizione del segnale principale con i segnali riflessi, dovuti alla propagazione lungo cammini multipli. Il metodo sviluppato, attraverso una campagna di misure in area di servizio, consente la descrizione statistica dei parametri che caratterizzano il canale radio quali il numero, le ampiezze ed i ritardi delle repliche del segnale trasmesso, e la correlazione delle caratteristiche del canale ai diversi ambienti (urbano, rurale, montano, ecc).
Una prima applicazione è stata effettuata in area di servizio con diffusione del segnale di prova dal trasmettitore di Torino Eremo (RAI 1, canale 55, banda UHF) e ricezione nei locali del Centro Ricerche Rai. I risultati ottenuti sono stati organizzati in istogrammi e forniscono un esempio di valutazione sperimentale, su base statistica dei parametri del canale radio.
Sono previste applicazioni sulla rete a singola frequenza che il Centro Ricerche Rai sta predisponendo in Valle d'Aosta per la sperimentazione dei sistemi numerici DAB (Digital Audio Broadcasting) e dTTb (Digital Television for Terrestrial Broadcasting).

*SUMMARY — **A method for the experimental evaluation of the statistical characteristics of the radio channel.** In the framework of the research activity on the new digital radio and television broadcasting techniques, particularly interesting is the study of channel model referred tothe propagation environment (urban, rural, or mountain).*
The present article describes a method developed to assess the radio channel characteristics, which foresees the generation, transmission, and reception in service area of a test signal conveniently chosen, and the development of a suitable algorithm to process the complex waveforms resulting from the combination of the main signal and reflected signals determined by the propagation along multiple paths. The developed method made it possible, by means of a measurement campaign in the service area, to obtain a statistical description of the radio channel parameters, such as number, amplitude, delays of the echoes of the transmitted test signal, correlating the channel characteristics to the different environments (urban, rural, etc.).
A first field application took place, broadcasting the test signal from Torino Eremo transmitter (RAI3 channel 55 UHF) and receiving it in the premises of the RAI Research Centre. the achieved results were organised in histograms and give an example of experimental validation, on statistical basis, of the radio channel parameters.
Applications are in the single frequency network (SFN) that the RAI Research Centre is setting up in Val d'Aosta for the experimentation of DAB (Digital Audio Broadcasting) and dTTb (Digital Television for Terrestrial Broadcasting) digital systems.

1. Introduzione

Il metodo previsto per la valutazione delle caratteristiche statistiche dei canali radio reali è notevolmente complesso, per cui il suo sviluppo è stato articolato in fasi successive; la prima prescinde dalla fase di modulazione/diffusione e mediante un programma di simulazione riproduce in banda base la propagazione attraverso cammini multipli. Parallelamente è stato sviluppato l'algoritmo matematico per l'elaborazione delle forme d'onda così ottenute che, attraverso un procedimento iterativo, con fasi alterne di ricerca e di analisi delle repliche del segnale trasmesso, consente di estrarre il numero, le ampiezze ed i ritardi delle varie repliche del segnale.

* P.i. Giuseppe Bianchetti e ing. Silvio Ripamonti del Centro Ricerche RAI - Torino; ing. Michele Sciolla in Borsa di Studio presso il Centro Ricerche RAI - Torino.
Dattiloscritto pervenuto alla Redazione il 4 luglio 1994.

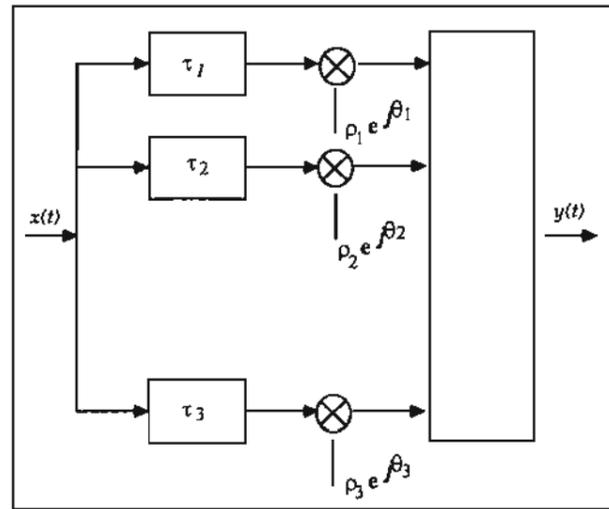



Fig. 1 — Modello del canale impiegato dal programma di simulazione

La convergenza del processo è stata verificata analiticamente e sperimentalmente mediante l'analisi di un gran numero di segnali compositi simulati via software.

Nella seconda fase il modello del sistema di misura è stato ampliato, simulando al calcolatore il processo di modulazione e demodulazione usato per la diffusione del segnale in radiofrequenza; di conseguenza è stato necessario adeguare l'algoritmo di analisi precedentemente sviluppato alle deformazioni che il segnale subisce nel processo di demodulazione. Le forme d'onda ottenute con la simulazione dell'intero processo di diffusione, sono state usate per una vasta serie di prove di elaborazione mediante il programma di analisi riveduto, con ottimi risultati sulla convergenza dell'algoritmo.

La verifica sperimentale del metodo sviluppato è stata effettuata in laboratorio mediante un banco di misura, che simula la catena a radio frequenza usata per la generazione, la trasmissione, la ricezione e l'acquisizione del segnale durante le misure in area di servizio. Per ricreare in laboratorio la condizione di propagazione attraverso cammini multipli è stato usato un simulatore di canale hardware, da cui sono stati ottenuti numerosi segnali compositi. La corrispondenza tra i risultati dell'analisi e i dati del canale simulato in hardware, fanno ritenere che il metodo sviluppato sia idoneo alle applicazioni in campo per la caratterizzazione del canale radio, in diversi ambienti del territorio.

2. Modello del canale impiegato dal programma di simulazione

Per confrontare le prestazioni e valutare le caratteristiche globali del modello di canale è di notevole interesse la simulazione software di differenti schemi di codifica di canale e di modulazione sui nuovi sistemi di trasmissione numerici (bibl. 1 e 2).

Il programma di simulazione utilizza il modello del canale radio terrestre proposto da Falciasecca e Riva (bibl. 3), secondo cui il segnale in corrispondenza del ricevitore può vedersi come la somma di diversi contributi, ciascuno dei quali è diversamente attenuato, ritardato e sfasato a seconda del percorso che ha seguito quando la propagazione avviene lungo cammini multipli. Con questo tipo di approccio, il canale può essere rappresentato tramite lo schema a blocchi riportato in figura 1, dove ρ_i, τ_i, e θ_i, sono rispettivamente l'ampiezza, il ritardo e lo sfasamento associati a ciascuna componente del segnale.

Il programma di simulazione è in grado di generare i parametri ρ_i, τ_i e θ_i come variabili casuali le cui caratteristiche statistiche possano essere introdotte dall'utente.Sulla base di dati reperibili in bibliografia, lo sfasamento associato a ciascun cammino può considerarsi distribuito in modo uniforme tra 0 e 2π, mentre le caratteristiche statistiche di ampiezze e ritardi devono essere determinate su base sperimentale mediante misure in area di servizio. Come è ben noto le caratteristiche del canale cambiano moltissimo a seconda che la propagazione avvenga in ambiente di tipo urbano, suburbano, rurale o montano. Pertanto l'elaborazione di un modello del canale trasmissivo terrestre è legata all'orografia del territorio ed agli insediamenti e può essere effettuata solo su base statistica con la valutazione della densità di probabilità di parametri casuali che caratterizzano la propagazione.

3. Misura delle caratteristiche del canale radio

La caratterizzazione di un canale radio affetto da cammini multipli mediante la distribuzione statistica di parametri ampiezza, ritardo e numero di echi che giungono al ricevitore, può essere effettuata attraverso la trasmissione di un segnale di prova. La ricezione in area di servizio e la registrazione di questo segnale consente, attraverso una successiva analisi in laboratorio, di contare le repliche del segnale ricevuto misurandone ampiezze e ritardi.

Questo procedimento è illustrato dallo schema a blocchi riportato in figura 2. Il percorso ideale seguito dal segnale parte dal generatore, passa attraverso il modulatore e viene irradiato nell'opportuna banda di frequenza. Dopo essere stato sottoposto alle distorsioni introdotte dal canale, viene ricevuto ed aquisito nei siti in cui avviene la misura, ed infine viene analizzato a posteriori per ricavare le caratteristiche statistiche dei parametri di interesse.

Da una attenta analisi di questo schema a blocchi emerge la complessità dell'intero procedimento. Innanzi tutto il segnale di prova deve essere scelto in modo da avere uno spettro il più esteso possibile in frequenza, allo scopo di consentire l'aquisizione di informazioni utili per gli studi sulla televisione numerica e non solo per segnali DAB a banda più ridotta. Inoltre, maggiore è la banda del segnale di prova, minore sarà la sua occupazione temporale che influisce sulla risoluzione della misura dei ritardi degli echi in termini di minima distanza temporale.

Per quanto riguarda poi i processi di mo/demodulazione, bisogna evidentemente tenere conto delle caratteristiche teoriche degli apparati da utilizzare, i quali devono essere caratterizzati nella loro funzione di trasferimento, che se non precisamente identificata può influenzare negativamente l'interpretazione dei risultati e di conseguenza falsare i parametri del canale. Inoltre occorre tenere conto delle tolleranze delle caratteristiche degli apparati utilizzati, includendo le distorsioni introdotte dal trasmettitore, le imprecisioni dovute alla taratura dei filtri presenti in trasmissione ed in ricezione. Infine si rende indispensabile individuare un procedimento di analisi delle forme d'onda

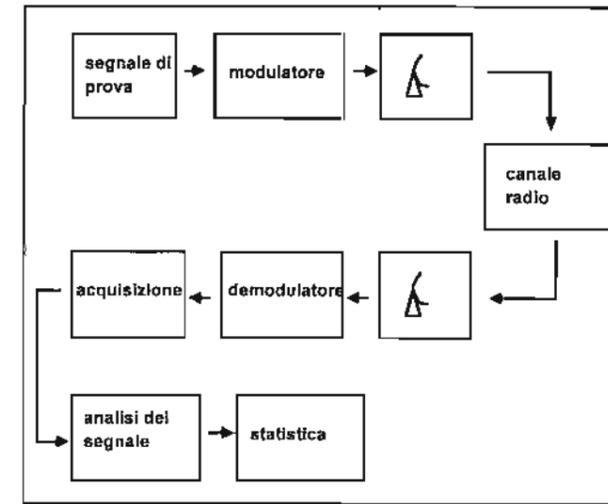



Fig. 2 — Schema a blocchi del procedimento di misura

ricevute allo scopo di estrarre le informazioni necessarie.

Il procedimento globale ideato per la misura può essere suddiviso nei seguenti punti principali:

1) scelta e generazione del segnale di prova più opportuno;
2) processo di modulazione e conversione in radio-frequenza per la diffusione;
3) sistema ricevente e processo di demodulazione;
4) interfacciamento del demodulatore con un calcolatore per la memorizzazione del segnale ricevuto;
5) elaborazione di un apposito algoritmo matematico applicato al segnale di prova ricevuto per l'estrazione dei vari contributi, caratterizzati quantitativamente in numero, ampiezza e ritardo.

Poiché lo scopo qui descritto era quello di pervenire ad un sistema di misura hardware applicabile a breve termine, si è cercato di adeguare il metodo all'uso di apparati di misura esistenti, particolarmente per quanto riguarda la modulazione e la diffusione del segnale.

Data la complessità del procedimento, è stato necessario procedere ad una separazione delle problematiche relative ai vari blocchi, partendo da un modello semplificato che consiste nell'interfacciare direttamente il segnale di prova, deformato da un canale radio a cammini multipli simulato via software, con l'algoritmo di elaborazione ed estrazione delle repliche (vedi schema figura 3).

Il passo successivo è consistito nella simulazione software dell'intero procedimento, con l'introduzione della parte di modulazione e demodulazione; in seguito si è realizzata la simulazione hardware dell'intero sistema di misura in laboratorio ed infine si è proceduto alla diffusione del segnale di prova da un trasmettitore circolare (RAI 1, Torino eremoi), con ricezione nei locali Centro Ricerche RAI.

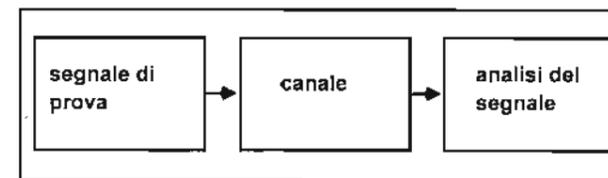



Fig. 3

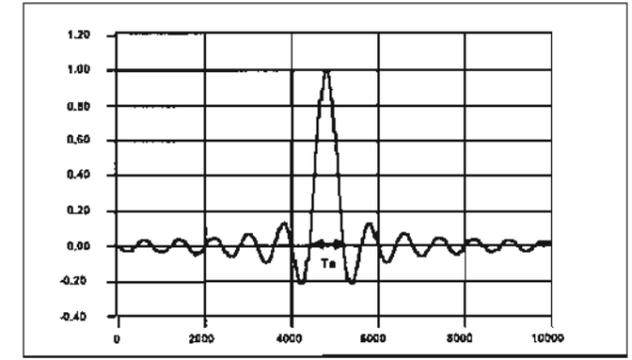



Fig. 4 — Andamento nel dominio del tempo del segnale sinX/X

3.1 Il segnale di prova

Come segnale di prova è stato scelto l'impulso sinX/X, vedere figura 4, perché la forma del suo spettro di ampiezza è costante in una certa banda, vedere figura 5; questo tipo di impulso consente di sondare in modo uniforme l'intervallo di frequenze di interesse. Come si può vedere in figura 6, per un sistema a banda limitata, la risposta in frequenza del sinX/X coincide con la risposta in frequenza dell'impulso.

Il segnale ricevuto attraverso un canale soggetto a cammini multipli è la combinazione di repliche del segnale stesso, a causa dell'andamento della forma d'onda del segnale sinX/X non è possibile misurare in modo immediato le ampiezze ed i ritardi a causa della loro interferenza reciproca dovuta alla presenza dei lobi laterali. Per questo motivo è stato necessario sviluppare un metodo di analisi che possa permettere di estrarre dalle forme d'onda ricevute il numero, le ampiezze ed i ritardi delle repliche che la compongono.

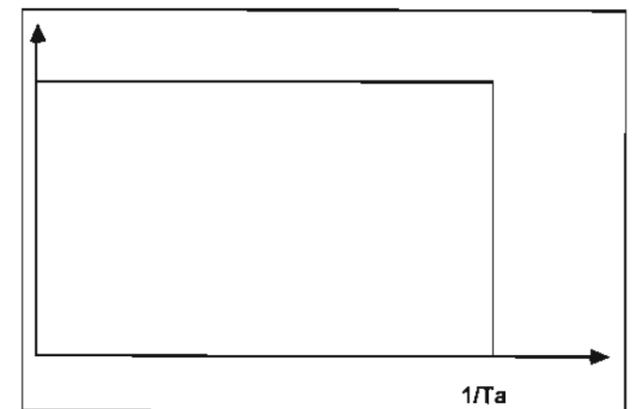



Fig. 5 — Spettro di ampiezza del segnale sinX/X

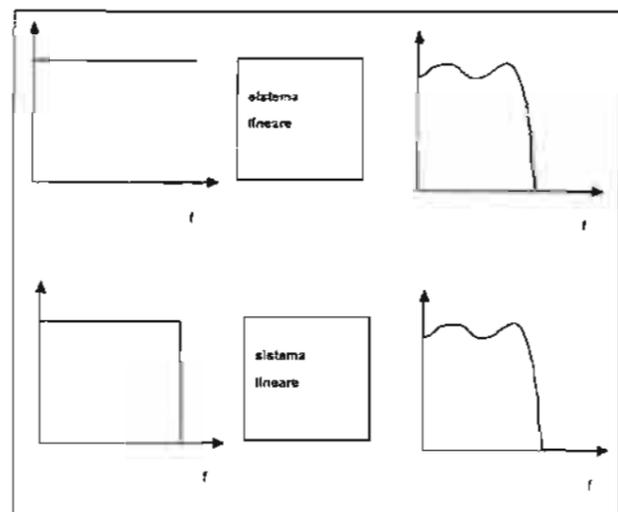



Fig. 6 — Risposta all'impulso e risposta al sinX/X nel dominio della frequenza

3.2 L'ALGORITMO DI ANALISI DEL SEGNALE

Il procedimento di analisi del segnale si articola in fasi di ricerca degli echi ed in fasi di valutazione delle loro ampiezze e dei loro ritardi, che si alternano in modo iterativo finché non viene soddisfatta una condizione di arresto. Data la complessità dell'algoritmo, ne viene dapprima riportato un esempio di applicazione in un caso particolare, allo scopo di illustrarne passo per passo il funzionamento.

Si consideri per esempio il segnale riportato in figura 7 contenente una componente principale di ampiezza unitaria e due repliche di ampiezza pari al 40% e al 6% ritardate rispettivamente di 180ns e 350ns.

Nelle figure 8 e 9 sono riportati i passaggi intermedi dell'algoritmo di elaborazione, attraverso il quale i vari echi vengono isolati ed epurati dall'interferenza dovuta agli altri echi, per rendere possibile la valutazione delle loro ampiezze e dei loro ritardi.

In particolare in figura 8 sono riportati i risultati della fase di ricerca degli echi, attraverso cui sono individuate le varie repliche e viene data una prima stima della loro ampiezza e del loro ritardo. Questa fase inizia con la ricerca del massimo assoluto del segnale ricevuto, in corrispondenza del quale viene poi sottratta la forma d'onda del sinX/X di riferimento, con ampiezza pari a quella dell'estremo trovato.

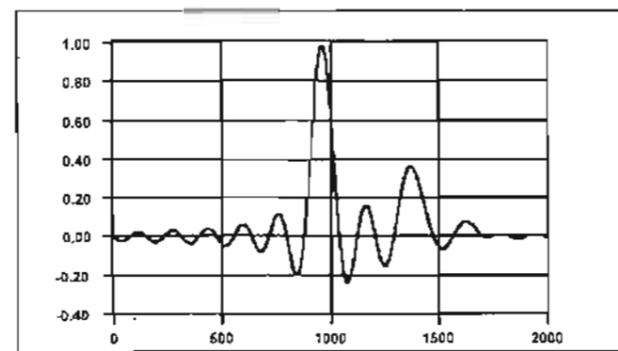



Fig. 7 — Segnale composto da più repliche diversamente attenuate ritardate

Sulla forma d'onda ottenuta viene ripetuta la stessa operazione, fino a quando l'ampiezza del massimo trovato è minore di una certa soglia. In figura 9 invece si possono vedere le forme d'onda che si ottengono durante la fase di aggiornamento iterativo attraverso cui vengono affinate le misure.

Supponendo che siano N gli echi individuati, durante ogni iterazione avvengono N passaggi, attraverso ognuno dei quali viene sottratta la forma d'onda del sinX/X campione opportunamente attenuata, in corrispondenza di ciascuna replica, esclusa quella di cui vengono aggiornati

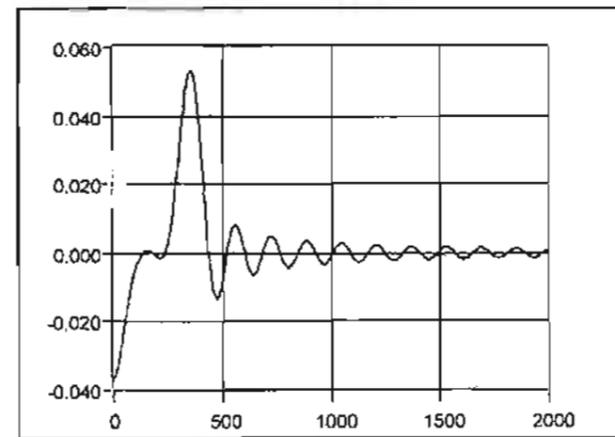
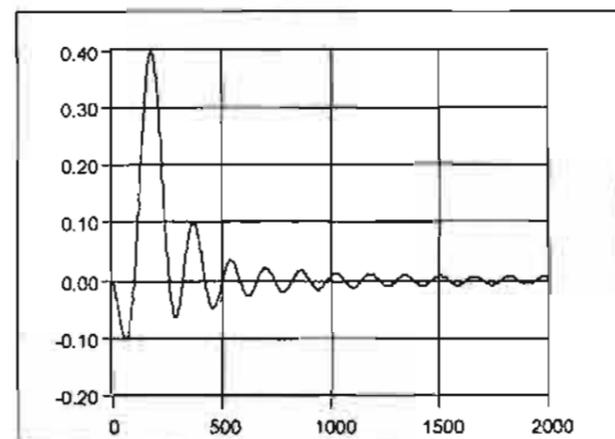
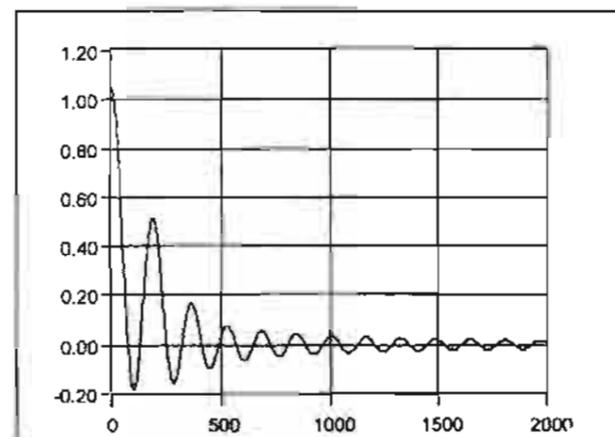



Fig. 8 — Passaggi intermedi della fase di ricerca delle repliche

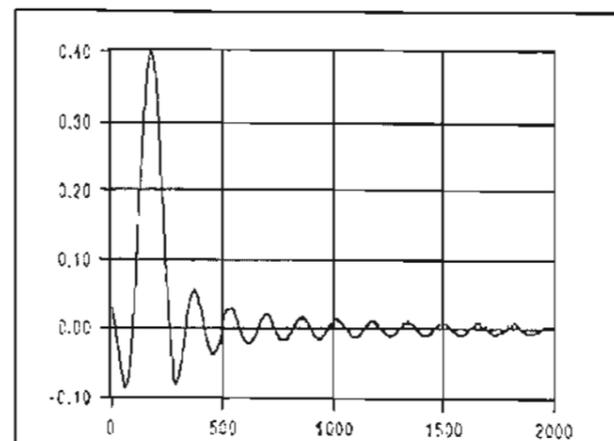
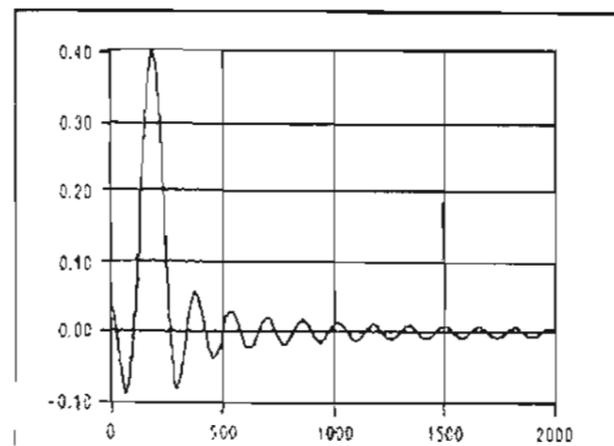
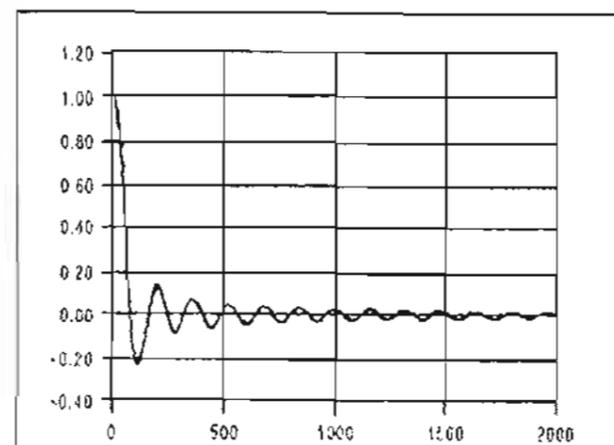



Fig. 9 — Passaggi intermedi della fase di affinamento delle ampiezze e dei ritardi

l'ampiezza ed il ritardo. Le iterazioni si concludono quando la variazione relativa delle ampiezze tra un'iterazione e l'altra è inferiore all'1%.

In figura 10 è riportato il diagramma di flusso dell'intero algoritmo che comincia con la ricerca della componente principale del segnale e prosegue con l'individuazione delle repliche la cui ampiezza è al di sopra di una certa soglia. Il procedimento continua con delle fasi di affinamento iterativo delle ampiezze e dei ritardi dei vari echi che, come s'è visto, si arresta quando l'errore relativo è inferiore all'1%. A questo punto l'algoritmo passa a controllare se nel segnale c'è un ulteriore eco la cui ampiezza sia superiore ad una seconda soglia, inferiore alla prima. Se la ricerca ha esito positivo, è prevista la ripresa del ciclo di affinamento delle misure con l'inclusione dell'ultima replica individuata, altrimenti il procedimento si ferma.

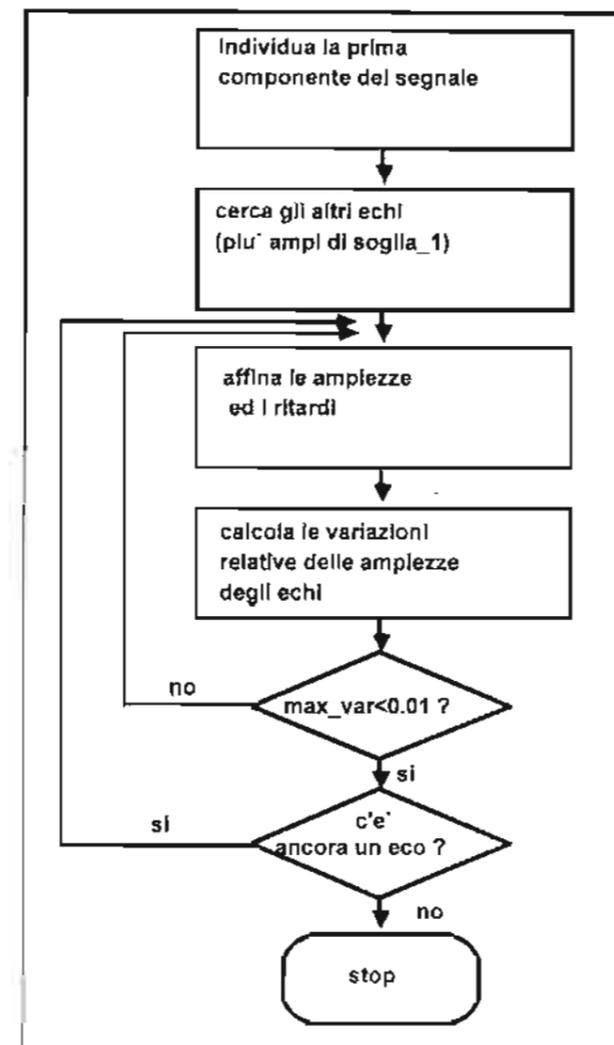



Fig. 10

Il fatto che vengano dapprima analizzati gli echi d'ampiezza maggiore, consente di evitare errori nell'individuazione di echi di ampiezza minore, che sarebbero dovuti all'imprecisione sulle ampiezze delle repliche durante le prime fasi del procedimento. Le due soglie sono espresse come percentuale dell'ampiezza della componente principale del segnale; in base ad una vasta serie di prove di elaborazione, sono stati determinati come valori ottimi il 15% ed il 5%.

Per verificare il corretto funzionamento del procedimento di analisi del segnale, è stato messo a punto un programma in grado di simulare la propagazione lungo cammini multipli in ambiente Labview, uno strumento softwa-

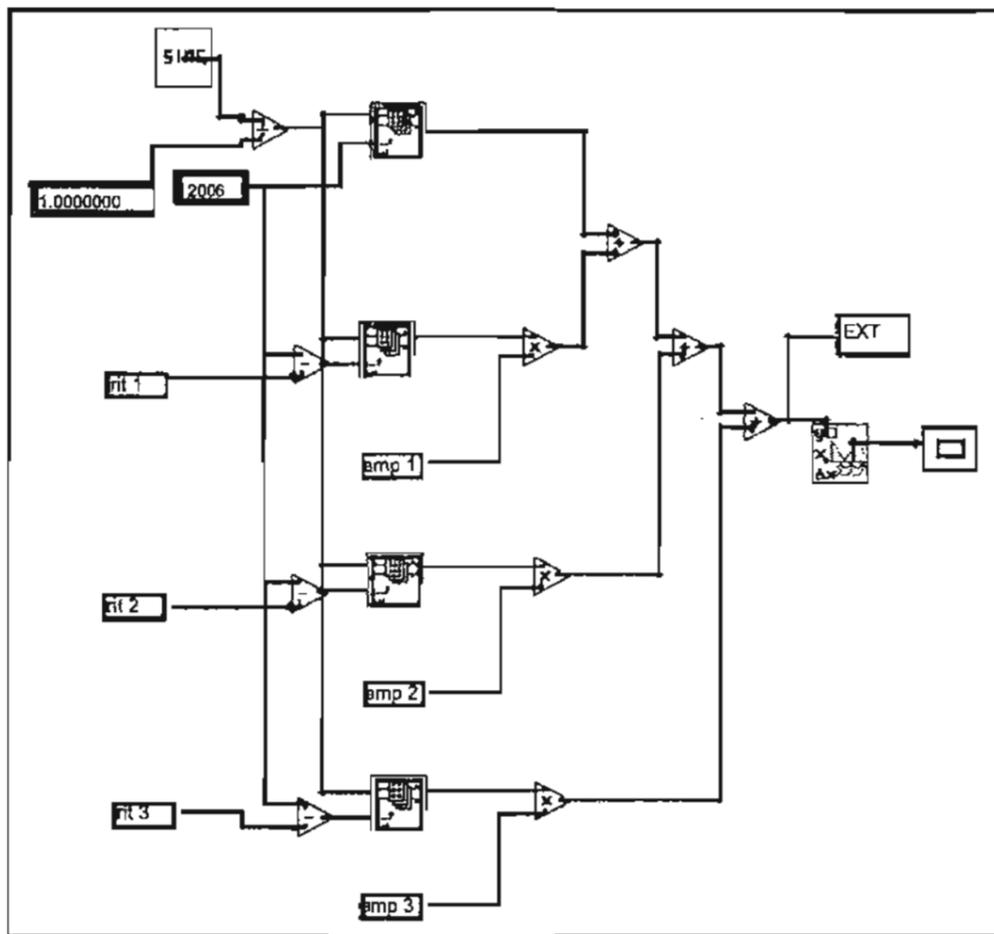



Fig. 11 — Diagramma a blocchi del simulatore

re della National Instrument che consente di realizzare programmi sotto forma di diagrammi a blocchi. La creazione dei blocchi ad hoc composti insieme a blocchi già esistenti in libreria delinea il flusso percorso dai dati di ingresso per fornire i dati di uscita. Per esempio in figura 11 è riportato lo schema del programma di simulazione, dove si possono vedere i vari blocchi che generano le repliche del segnale trasmesso ed i nodi di somma dove queste vengono composte a formare il segnale ricevuto.

Ogni programma realizzato in ambiente Labview è caratterizzato, oltre che da un diagramma a blocchi, anche da un pannello di interfaccia verso l'utente composto da comandi e da indicatori, attraverso cui si inseriscono i dati di ingresso e si visualizzano i dati di uscita del programma. In figura 12 è riportato il pannello del programma di simulazione, dove è possibile vedere i comandi, tramite i quali si impostano le ampiezze ed i ritardi delle varie repliche e lo schermo che visualizza la forma d'onda risultante.

Una vasta serie di forme d'onda ottenute con il programma di simulazione è stata elaborata con un programma MISURA_ECHI, che implementa l'algoritmo ideato e che fornisce come risultato le ampiezze, i ritardi ed il numero delle repliche costituenti il segnale. Questo ha consentito, come vedremo nel paragrafo seguente, di verificare la validità del procedimento e di verificarne i limiti.

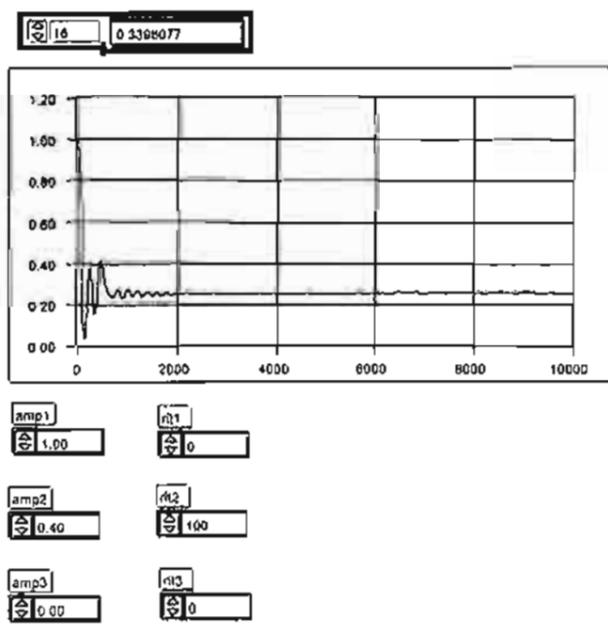



Fig. 12 — Pannello del simulatore

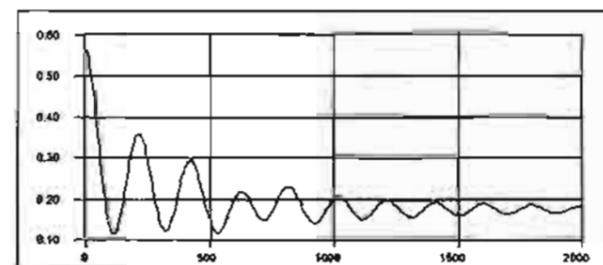



Fig. 13

3.3 Risultati delle elaborazioni

Vediamo alcuni esempi di applicazione del programma MISURA_ECHI. Consideriamo dapprima il segnale di figura 13 generato dal programma di simulazione e formato da una componente principale e da tre repliche. Si noti come l'origine dell'asse dei tempi sia stata collocata in corrispondenza della posizione temporale del segnale principale. In tabella 1 sono confrontati le ampiezze ed i ritardi di ciascun eco con i risultati dell'analisi eseguita con il programma MISURA_ECHI e come si può vedere c'è un buon accordo tra dati simulati e misure effettuate.

Lo stesso discorso vale per il segnale riportato in figura 14 che, come si può vedere, è formato da repliche parzialmente sovrapposte tra loro. Il confronto tra i dati del segnale simulato ed i risultati dell'elaborazione è riportato in tabella 2 e, sebbene in figura le repliche siano pressoché indistinguibili, il programma riesce ad estrarne il numero, le ampiezze ed i ritardi in modo sufficientemente preciso. In figura 15 è riportato un esempio di segnale contenente una replica di ampiezza confrontabile con quella della componente principale e ad essa parzialmente sovrapposta; come si vede in tabella, il programma di analisi del segnale permette di risalire alla composizione del segnale in modo esatto. Queste prove di elaborazione sono state ripetute con segnali composti da più o meno ampie e più o meno distanziate tra loro.

TABELLA 1

Ampiezza simulata	Ampiezza misurata	Ritardo simulato (ns)	Ritardo misurato (ns)
0,4	0,4	200	200
0,2	0,2	400	400
0,07	0,07	800	810

TABELLA 2

Ampiezza simulata	Ampiezza misurata	Ritardo simulato (ns)	Ritardo misurato (ns)
0,4	0,4	130	135
0,25	0,26	275	275
0,11	0,12	465	475

In base ai risultati ottenuti si sono determinati i limiti del procedimento in termini di sensibilità, intesa come l'ampiezza minima che è possibile misurare con la precisione richiesta, e di risoluzione temporale, da intendersi come la minima distanza tra due repliche che il programma considera come distinte. Si è così visto che con questo algoritmo si riescono ad individuare tutti gli echi di ampiezza maggiore o uguale al 5% di quella della componente principale, quando questi siano distanziati di almeno 150ns.

TABELLA 3

Ampiezza simulata	Ampiezza misurata	Ritardo simulato (ns)	Ritardo misurato (ns)
0,8	0,8	135	135

4. Modulazione e diffusione del segnale di prova

4.1 Scelta dello schema di modulazione e di demodulazione

Dopo aver utilizzato un modello semplificato del sistema di generazione, trasmissione e ricezione del segnale, è stato preso in considerazione il problema della diffusione del-

Fig. 14

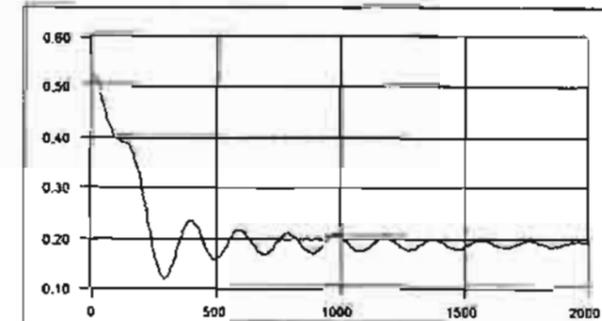



Fig. 15

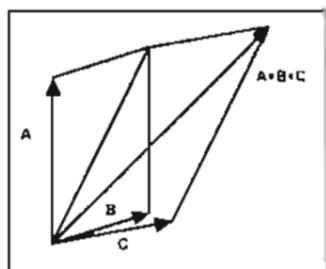



Fig 16

l'impulso di prova. Per utilizzare gli attuali sistemi di trasmissione e ricezione si è pensato di inserire il segnale sinX/X nel segnale televisivo, in modo da utilizzare come modulatori e demodulatori quelli a disposizione per le misure del segnale video.

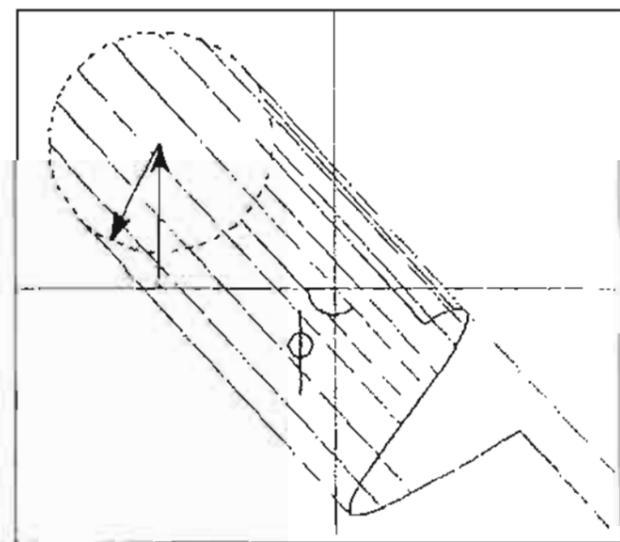
Inserendo il sinX/X su una delle righe appositamente dedicate ai segnali di prova, è possibile procedere alle misure in area di servizio senza occupare il canale in modo esclusivo.

Come è noto nella trasmissione televisiva si usa la modulazione a banda vestigiale compensata in ricezione dal filtro di Nyquist. Demodulando il segnale ricevuto con un rivelatore di inviluppo, nasce un errore di quadratura alle basse ed alle alte frequenze, dovuto rispettivamente al fitro di Nyquist in ricezione ed a quello vestigiale in trasmissione.

Per questo motivo si è scelto di usare un demodulatore sincrono, sensibile alla componente in fase del segnale ricevuto, che ricopia esattamente il segnale modulante.

Vediamo ora l'effetto della propagazione affetta da cammini multipli su un segnale modulato a banda vestigiale.

Come abbiamo visto nel capitolo 3, quando la propagazione è affetta da cammini multipli, il segnale ricevuto può vedersi come la somma di repliche del segnale trasmesso diversamente attenuate, sfasate e ritardate.

La portante ricostruita dal demodulatore sincrono è la risultante delle portanti associate alle varie repliche, ciascuna delle quali ha una fase diversa che dipende dalla lunghezza del cammino seguito.

Questa operazione è illustrata in figura 16 attraverso un diagramma vettoriale nel quale il segnale rivelato può vedersi come la somma delle proiezioni dei singoli vettori modulati lungo l'asse di demodulazione.

In funzione dello sfasamento tra portante ricostruita localmente e portante associata a ciascun contributo ricevuto, le repliche del segnale trasmesso assumono ognuna una forma diversa.

Supponiamo infatti di usare il segnale 2T, che per la sua maggiore semplicità rispetto al sinX/X consente di capire meglio il problema: facendo riferimento al diagramma vettoriale riportato in figura 17 e proiettando il vettore modulato lungo un asse ruotato di un certo angolo ϕ rispetto alla direzione verticale, si vede che la forma d'onda risultante è diversa dal segnale 2T ed il suo andamento dipende proprio dall'angolo ϕ.

Quindi si può dire che con la demodulazione di tipo sincrono, il segnale rivelato può vedersi come la combinazione lineare di forme d'onda di diverse ritardate tra loro, il cui andamento dipende dalla differenza di fase tra la portante associata a ciascun contributo e quella ricostruita localmente.

Il metodo di analisi del segnale descritto nel capitolo 2, è basato sul presupposto che il segnale ricevuto sia costituito dalla somma di repliche attenuate ed ritardate, ma comunque uguali nella forma e quindi risulta non completamente adeguato al caso di segnale trasmesso con modulazione a banda vestigiale.

Per questo motivo è stato sviluppato via software, in ambiente Labview, un simulatore che consente di riprodurre la diffusione, la propagazione e la ricezione del segnale in radio frequenza, congiuntamente al processo di modulazione a banda vestigiale e di demodulazione sincrona.

In figura 18 sono riportate alcune forme d'onda, ottenute con il nuovo simulatore, come esempio delle distorsioni che il segnale di prova può subire.

Le forme d'onda, ottenute con il nuovo simulatore, sono state utilizzate per le prove di elaborazione durante lo sviluppo di un nuovo algoritmo, derivante da quello descritto nel capitolo precedente, che consente di risalire alla composizione del segnale in termini di numero, ampiezze e ritardi delle repliche del segnale trasmesso, anche quando queste sono deformate per i motivi che abbiamo visto.

Fig. 17

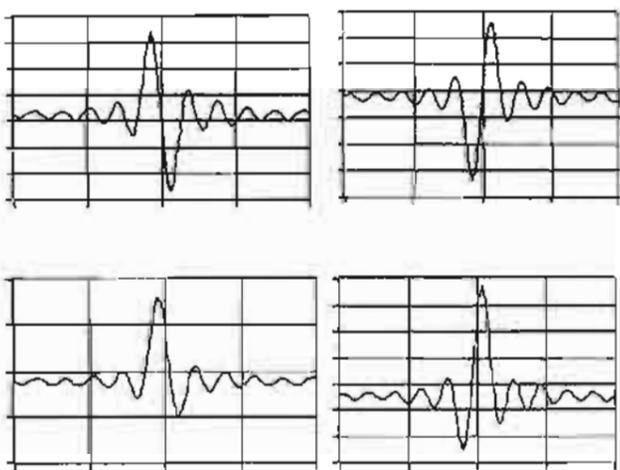



Fig. 18

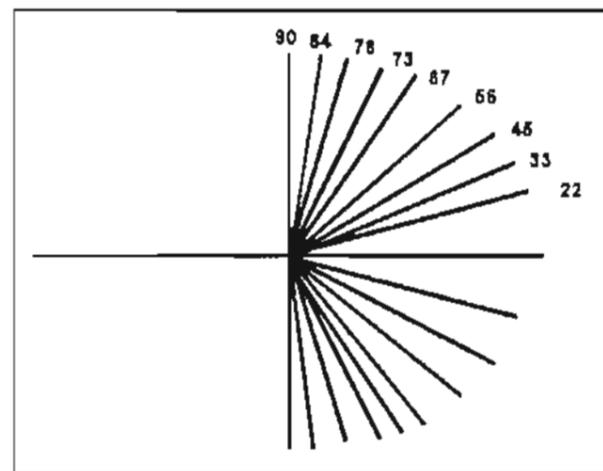



Fig. 19

4.2 MODIFICHE AL PROGRAMMA MISURA_ECHI

Come s'è visto nel capitolo precedente, durante la fase di ricerca degli echi, in corrispondenza di ciascuna replica individuata il programma sottraeva la forma d'onda del sinX/X di riferimento opportunamente attenuata. In modo analogo durante le iterazioni di affinamento delle misure, veniva sottratto il sinX/X in corrispondenza di tutte le repliche individuate esclusa una, allo scopo di isolarne una alla volta ed aggiornarne i valori di ritardo e di ampiezza.

Il programma modificato prevede che nelle due fasi di ricerca degli echi e di aggiornamento iterativo delle misure venga sottratta non già la forma d'onda del sinX/X campione, ma il modello di distorsione che meglio approssima la replica da cancellare. La scelta della miglior forma d'onda approssimante avviene in un insieme di 18 segnali, ottenuti con il nuovo simulatore impostando sfasamenti diversi tra l'oscillatore locale in ricezione e la portante ricevuta.

Come modello approssimante di ogni replica viene scelto quello che minimizza la distanza

$$d = \sqrt{(s_1 - c_1)^2 + (s_2 - c_2)^2 + \ldots + (s_N - c_N)^2}$$

tra i campioni che lo compongono ($c_1, c_2, \ldots, c_N$) e quelli del segnale ricevuto ($s_1, s_2, \ldots, s_N$) centrati attorno alla replica stessa.

Come si può facilmente capire, il nuovo algoritmo richiede un tempo di elaborazione tanto maggiore quanto maggiore è il numero di modelli usati per i confronti; d'altra parte, quante più sono le forme d'onda campione, tanto più accurate saranno le misure, per cui la scelta dei modelli ha richiesto un compromesso tra due esigenze contrastanti. Inoltre va tenuto presente che gli sfasamenti dei modelli scelti non sono distribuiti in modo uniforme, ma sono addensati maggiormente attorno ai 90°, poiché in prossimità della condizione di quadratura, la deformazione subita dal segnale aumenta molto di più a parità di rotazione di fase rispetto a quanto accade in prossimità della condizione di fase.

In base a questi criteri ed ai risultati delle prove di elaborazione eseguite, sono stati scelti i seguenti modelli corrispondenti ai seguenti sfasamenti: 0°, ±22°, ±33°, ±45°, ±56°, ±67°, ±73°, ±78°, ±84°, 90°. In figura 19 sono stati riportati gli angoli di sfasamento corrispondenti ai modelli usati. Come si può vedere sono stati presi in considerazione solo due quadranti, ma i modelli corrispondenti agli sfasamenti negli altri due quadranti dell'angolo giro si possono ottenere semplicemente cambiando di segno gli altri.

Il nuovo algoritmo è stato implementato in un programma chiamato MISURA_ECHI_2.

5. Verifica sperimentale del metodo sviluppato

5.1 IL BANCO DI SIMULAZIONE

Per la convalida definitiva del metodo sviluppato si è allestito un banco di simulazione, vedere schema a blocchi di figura 20, composto da tutti gli apparati che costituiranno la catena a radio-frequenza che sarà usata per la generazione, trasmissione e ricezione del segnale. Questo ha consentito di avere un modello del sistema di misura che include anche le distorsioni introdotte dal trasmettitore, dalle tolleranze sulle funzioni di trasferimento dei filtri e dalla non idealità del modulatore e del demodulatore.

L'impulso trasmesso è ottenuto attraverso un generatore di segnali video Tektronix 271. Il segnale di uscita del generatore viene inviato all'ingresso di un modulatore AM, di realizzazione RAI, con banda vestigiale a norma G, del tipo impiegato per la modulazione dei segnali televisivi terrestri, con portante video a 38,9 MHz. Il segnale viene poi trasferito su canale H2 (portante video a 224,25 MHz) e filtrato da un filtro di canale. L'uscita del convertitore di frequenza viene inviata ad un amplificatore di potenza di uscita variabile da 7,5W a 30W, chiuso su un carico artificiale.

La propagazione lungo cammini multipli è stata ricreata in laboratorio attraverso un simulatore di canale della Hewlett-Packard, modello HP 11759C, composto da due canali separati, ciascuno dei quali consente di creare 3 repliche diverse del segnale (vedere figura 21).

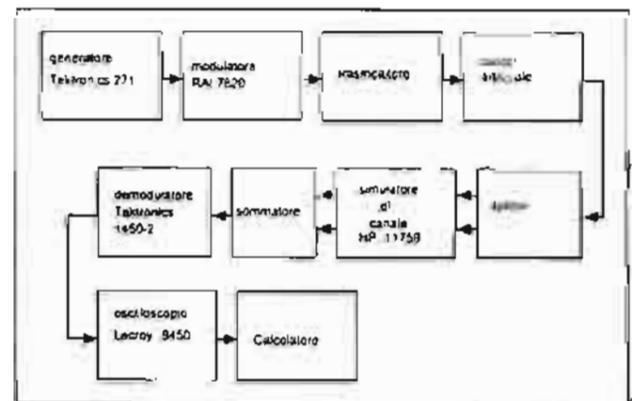



Fig. 20 — Schema a blocchi del banco di simulazione assistito

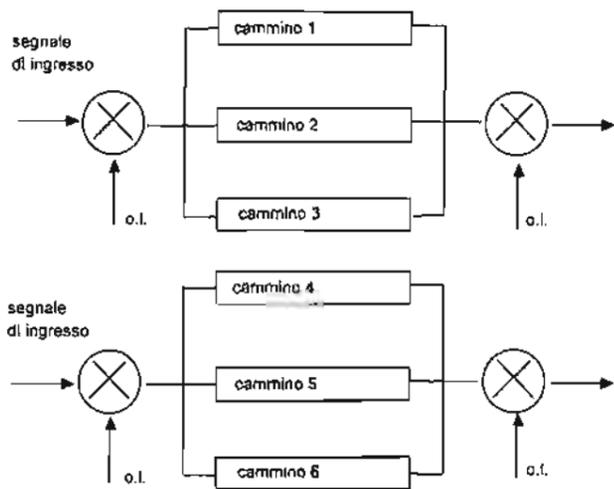



Fig. 21 — Schema a blocchi del simulatore di canale

Fig. 22 — Rappresentazione vettoriale dell'operazione di somma della portante modulata e non modulata

Se si invia il segnale trasmesso in ingresso ad entrambi i canali tramite uno splitter e si somma la loro uscita con un sommatore, è possibile creare 6 repliche distinte.

In ingresso al simulatore il segnale viene trasferito in banda base tramite il battimento con un oscillatore locale ad una frequenza di 6 MHz inferiore a quella di centro banda del segnale. Dopo la conversione di frequenza, vengono create le repliche attenuate, ritardate e sfasate mediante elaborazione numerica, secondo l'impostazione data al simulatore di canale da un calcolatore che lo controlla. Il segnale così ottenuto viene riconvertito in radiofrequenza e l'uscita del simulatore viene poi inviata in ingresso al demodulatore sincrono.

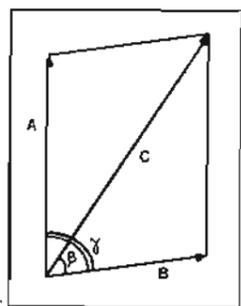
Per l'interfacciamento tra il demodulatore e il calcolatore si è usato uno oscilloscopio digitale con frequenza di campionamento massima di 400 Mcampioni/s. Le forme d'onda acquisite vengono trasferite ed immagazzinate nella memoria del calcolatore usato per l'elaborazione, mediante un programma di interfaccia in grado di gestire il colloquio calcolatore oscilloscopio attraverso la porta IEEE-488.

5.2 I MODELLI DI DISTORSIONE RICAVATI DAL BANCO DI MISURA

Come si è visto nel capitolo precedente, per adeguare il procedimento di elaborazione agli effetti della modulazione a banda vestigiale, è necessario introdurre dei confronti tra le repliche individuate nel segnale ricevuto ad alcune forme d'onda prese come modello delle distorsioni che l'impulso sinX/X subisce durante la demodulazione.

Nel momento in cui si vuole elaborare un segnale ottenuto tramite il banco di simulazione sperimentale, è necessario creare dei modelli ricavati dal banco stesso, in modo che questi rappresentino in tutto e per tutto le deformazioni che il segnale di prova subisce quando transita attraverso modulatore, trasmettitore, simulatore di canale, demodulatore e i filtri presenti nella catena a radio frequenza.

A questo punto è necessario fare alcune considerazioni.

Supponiamo di sommare un segnale video modulato a banda vestigiale ed una portante non modulata.

Rappresentando la portante non modulata con il vettore $\overline{A}$ e la portante associata al vettore modulato con il vettore $\overline{B}$, la loro composizione può essere illustrata dal diagramma di figura 22, dove il vettore $\overline{C}$ rappresenta la portante ricostruita dal demodulatore sincrono.

L'angolo β è legato all'angolo γ ed al rapporto $\varepsilon = |\overline{A}|/|\overline{B}|$ dalla relazione:

$$\cos\beta = \frac{\varepsilon + \cos\gamma}{\sqrt{1 + \varepsilon^2 + 2\cos\gamma}}$$

Da questa considerazione si può desumere un metodo pratico per generare i modelli di distorsione del segnale.

Si invia in ingresso ad un canale del simulatore il segnale modulato, mentre in ingresso all'altro viene posta la portante non modulata.

Si impostano sul calcolatore di controllo lo sfasamento γ ed il rapporto ε tra le attenuazioni dei due canali e si combinano le uscite del simulatore con un sommatore. Variando ε e γ in modo opportuno è possibile ricavare tutti i modelli di storsione desiderati, ciascuno corrispondente ad un valore di sfasamento β diverso.

Quando si modificano i valori di ε e γ, cambia anche l'ampiezza del segnale risultante, che viene riportata ad un valore costante dal controllo automatico di guadagno del demodulatore. In fase di elaborazione è stato necessario correggere quest'effetto moltiplicando le ampiezze delle repliche individuate per degli opportuni coefficienti che si possono determinare per via analitica, in funzione di ε e di γ.

5.3 ESEMPIO DI ANALISI DEL CANALE RADIO MEDIANTE MISURE IN AREA DI SERVIZIO

Come esempio di applicazione del metodo sviluppato, verrà ora descritta la caratterizzazione del canale radio, condotta attraverso una serie di misure effettuate nei locali del Centro Ricerche RAI, per studiare un caso di ricezione in ambiente chiuso.

Il segnale di prova è stato irradiato dal Centro Trasmittente di Torino Eremo, inserito nel segnale televisivo messo in onda sul canale 55, all'interno della riga 21, che, essendo destinata alla diffusione di segnali di prova, non concorre alla formazione dell'immagine trasmessa. L'inserimento dell'impulso di prova nel segnale televisivo trasmesso verso l'utenza consente di svolgere l'analisi del canale in esame senza occuparlo in modo esclusivo e permette così di svolgere le misure in area di servizio anche quando non è possibile liberare un canale appositamente per questo scopo.

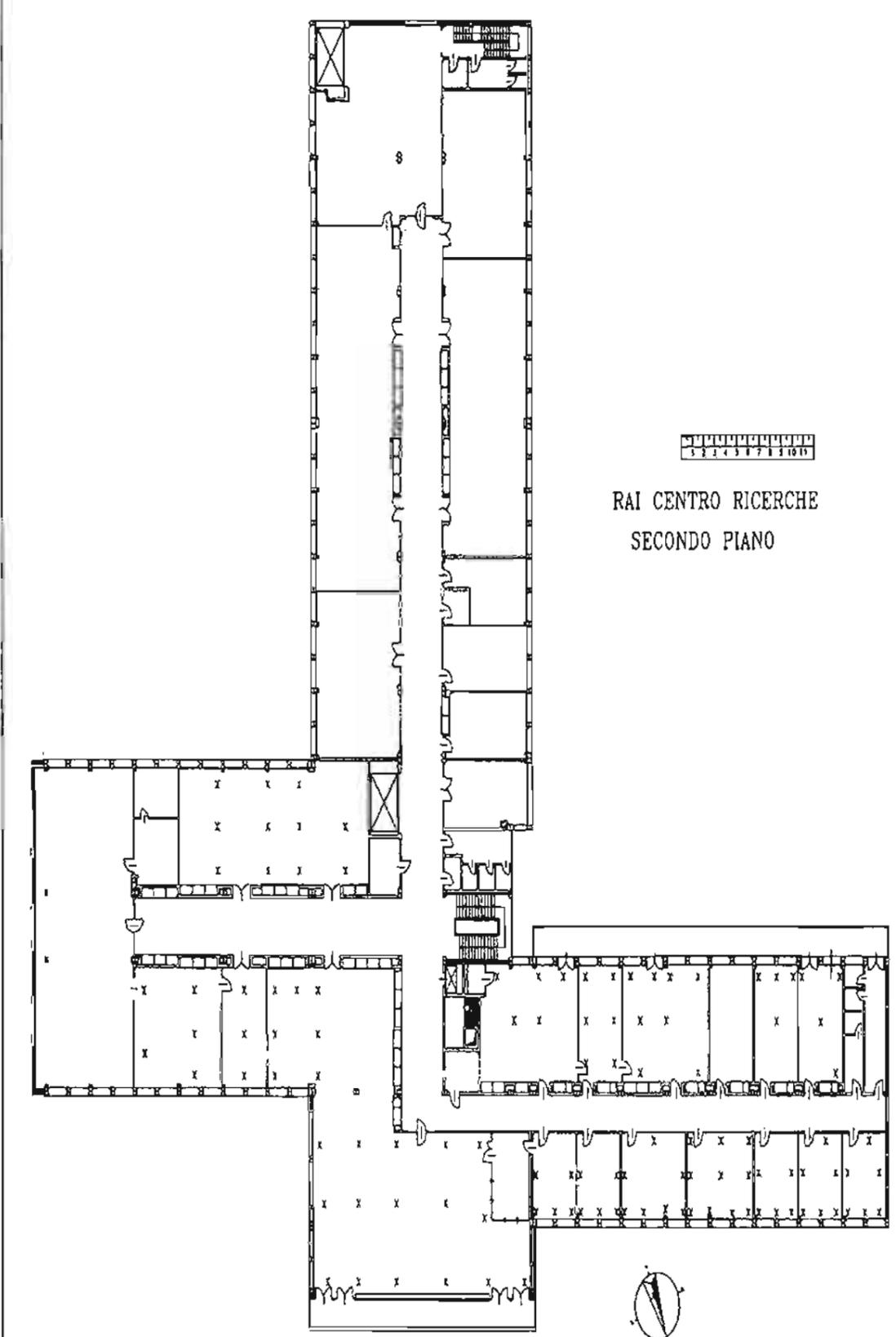



Fig. 23 — Piantina dei locali all'interno dei quali sono state effettuate le misure

Come si è detto, le misure sono state effettuate nei locali del Centro Ricerche RAI ed in particolare in una serie di uffici adiacenti uno all'altro, che costituiscono nel loro complesso un ambiente di ricezione con caratteristiche omogenee, ciò consente di confrontare le misure effettuate nei vari punti. In figura 23 è riportata la piantina degli uffici in cui sono state svolte le misure e sono evidenziati i punti in cui l'antenna ricevente è stata posizionata.

5.3.1. *La strumentazione*

L'antenna è costituita da due dipoli inclinati di 90° uno rispetto all'altro e di 45° rispetto alla verticale, posizionati all'altezza di 1,5 m. su di un sostegno mobile. La posizione angolare dell'antenna è controllabile tramite un telecomando al fine di ottenere la condizione di ricezione migliore senza alcuna influenza da parte dell'operatore. Il segnale all'uscita dell'antenna viene filtrato con un filtro di canale amplificato e inviato all'ingresso del demodulatore sincrono Tektronix 1450-2. Il segnale rivelato è acquisito tramite l'oscilloscopio a campionamento Lecroy 9450 e successivamente trasferito ed immagazzinato nella memoria del calcolatore.

Gli apparati usati per la ricezione e l'acquisizione del segnale sono stati sistemati su un carrello da laboratorio, in modo da poter essere spostati facilmente da un locale all'altro per effettuare le misure.

5.4 LE MISURE

In ciascuno dei punti sulla cartina riportata in figura è stata acquisita e registrata la risposta all'impulso del canale; successimamente ciascuna forma d'onda è stata elaborata mediante il programma MISURA_ECHI_2 allo scopo di estrarre il numero, le ampiezze ed i ritardi delle repliche che compongono il segnale ricevuto. I dati ottenuti sono stati organizzati in istogrammi da cui sono stati estratti valor medio e varianza dei parametri sotto esame.

In figura 24 è riportata la distribuzione delle attenuazioni in dB rispetto all'ampiezza della componente principale del segnale ricevuto.

Il valor medio e la deviazione standard delle attenuazioni valgono 21.7 e 3dB.

In figura 25 è riportata la distribuzione dei ritardi degli echi riferita alla posizione temporale del contributo principale individuato nel segnale ricevuto.

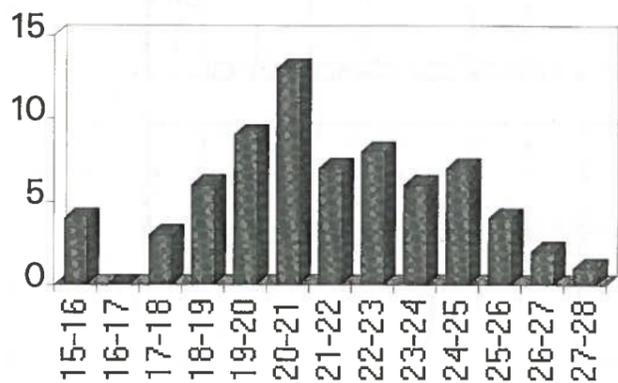



Fig. 24 — Istogramma delle attenuazioni delle repliche del segnale rispetto alla componente principale

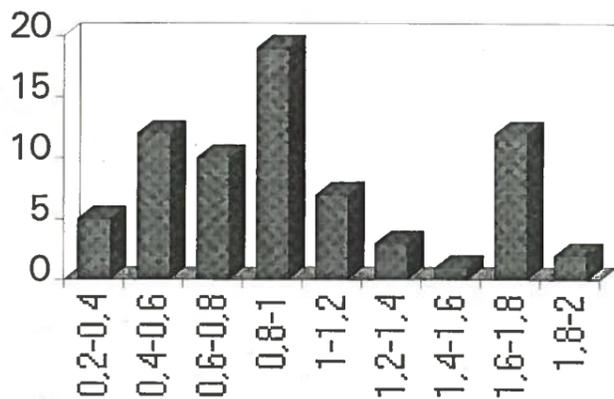



Fig. 25 — Istogramma dei ritardi degli echi

Il valor medio e la deviazione standard relativi a questi dati valgono 957 ns e 465 ns. Per quanto riguarda il numero di repliche contenute in ciascun segnale ricevuto, solo in 6 casi si è riscontrata la presenza di un solo contributo mentre in quasi tutti gli altri casi si sono trovati più echi.

Nella tabella 4 è riportato il numero di misure in cui è stato riscontrato un certo numero di echi.

TABELLA 4

N. misure	N. echi
6	1
18	2
17	3
7	4

6. Conclusioni

È stato presentato un metodo per la caratterizzazione del canale radio basato sulla diffusione di un segnale di prova e sulla elaborazione matematica del segnale ricevuto da cui sono estratti, su base statistica, i parametri del canale radio correlati all'ambiente.

Prove di laboratorio e preliminari in area hanno dato una buona convalida del metodo.

Sono previste applicazioni del metodo descritto con diffusione del segnale di prova sulla rete SFN che il Centro Ricerche RAI sta implementando in Val d'Aosta per la sperimentazione di trasmissioni numeriche radio e TV (DAB e dTTb).

(4132)

BIBLIOGRAFIA

1. - V. CASTELLANI, M. PENT, G. TARICCO, R. DE GAUDENZI: *TOPSIM IV an advanced versatile user-oriented software package for computer aided analysis and design of communication systems*, "ESA Journal", 1992, Vol. 16.

2. - V. MIGNONE: *Diffusione televisiva numerica su canali terrestri. Modello statistico dei canali VHF/UHF*, "Relazione tecnica n. 94/20/I", RAI — Centro Ricerche.

3. - G. FALCIASECCA, M. FRULLONE, G. RIVA: *Influence of environmental conditions on BER for Wideband Mobile Radio Channels*, "Alta Frequenza", Vol. LVII, n. 2 (febbraio-marzo 1988).

NOTIZIARIO

Da comunicazioni pervenute alla Redazione

IL PRIMO PROCESSORE UMIDO EUROPEO IN CAMERA CHIUSA — La commercializzazione di un processore chimico spray in camera chiusa ad alte prestazioni per l'impiego nella produzione di dispositivi avanzati a semiconduttore inizierà fra breve grazie a una fonte europea. Si tratta di un'apparecchiatura sviluppata nell'ambito di uno dei più importanti programmi JESSI. Adatta per la lavorazione di fette (wafer) da 6" (150 mm), la nuova macchina segna l'ingresso di un'azienda europea in un mercato dominato oggi dagli americani e permetterà ai produttori europei di circuiti integrati ad alta tecnologia di ridurre la propria dipendenza dai fornitori stranieri, in questo settore chiave.

Molte delle fasi di processo nella produzione di «chip» al silicio richiedono l'utilizzo di agenti chimici liquidi per la pulitura o l'incisione. Tradizionalmente lotti di «wafer» di silicio vengono immersi in agenti liquidi in movimento. Questa tecnica dà però scarsi risultati con il progredire delle tecnologie dei semiconduttori. Ciò è dovuto al fatto che la riduzione delle dimensioni dei transitori e delle altre strutture integrate sul «wafer», fa sì che i circuiti diventino sempre più suscettibili alla contaminazione da parte di particelle microscopiche.

Nel caso di processi più avanzati, e specialmente di quelli sviluppati per applicazioni future, è possibile ottenere risultati migliori spruzzando gli agenti chimici sul «wafer», in un ambiente completamente chiuso. Il processore «spray» ACC4, sviluppato nell'ambito del progetto E88 di JESSI, è un sistema completamente automatico che preleva gli agenti chimici adeguati da appositi sistemi di immagazzinamento, li filtra, li miscela, li riscalda fino a raggiungere la temperatura voluta e li spruzza sul «wafer» in movimento rotatorio.

Questa tecnica ha parecchi vantaggi, fra i quali una copertura più uniforme della superficie del «wafer», la possibilità di funzionamento a temperature più elevate (il che permette di ridurre il tempo di lavorazione) e una maggiore riproducibilità in fase di produzione di volumi. Attualmente la macchina è in grado di processare tra i 150 e i 300 «wafer» all'ora, a seconda delle fasi di lavorazione necessarie. La lavorazione viene completata da una fase di asciugatura dei «wafer» in nitrogeno surriscaldato; il sistema quindi garantisce un funzionamento di tipo dry-in/dry-out (i wafer entrano ed escono dall'apparecchiatura completamente asciutti).

I quattro partner partecipanti al progetto (B.I.A., Sapi Equipments, CEA-LETI e Philips Semiconductors) stanno sviluppando un sistema compatibile con i «wafer» di silicio da 8" (200 mm) che sarà disponibile nella seconda metà del 1995. L'attuale sistema ha già dimensioni più ridotte, consuma molto meno energia ed è circa del 30% meno costoso dei sistemi concorrenti. Ulteriori miglioramenti già previsti permetteranno di ridurre le quantità di agenti chimici e di acqua deionizzata utilizzata, con vantaggi sia dal punto di vista dell'impatto ambientale sia dei costi di produzione.

(4140)

AMPLIFICATORE UNIVERSALE PER TELEFONI CELLULARI — Allgon, la società svedese produttrice di antenne per telefoni cellulari, ha trovato una semplice soluzione adatta ai vari tipi di telefoni cellulari. Si tratta di un amplificatore, il PowerBox, che aumenta la debole ricezione dei cellulari. Ciò significa, ad esempio, che la comunicazione con l'interlocutore non viene disturbata quando la vettura entra in zona d'ombra di ricezione dei segnali radio.

L'amplificatore è adatto per tutti i tipi e marche di telefoni cellulari operanti sulla rete GSM. Di conseguenza, non vi è alcun bisogno di acquistare un nuovo amplificatore quando, ad esempio, si acquista un nuovo cellulare. Grazie a questa innovazione, il telefono cellulare diventa un'alternativa di gran lunga migliore, rispetto al passato, ai telefoni da vettura fissi. Secondo la società, le possibilità di utilizzo dei telefoni cellulari sono aumentate; essi vengono infatti usati in macchina, in barca o in casa, luoghi dove la rete GSM si trova spesso ad operare in condizioni di scarsa ricezione.

I telefoni cellulari hanno un'uscita di 2W; il PowerBox è una soluzione economica che potenzia sempre e al massimo le capacità di ricezione dell'antenna. Ciò significa l'eliminazione di irritanti interruzioni durante la conversazione.

L'amplificatore, di piccole dimensioni, viene installato tra il telefono e l'antenna. Questa operazione è estremamente semplice, grazie ai cavetti già dotati di adatti connettori che ne consentono il montaggio rapido.

GSM è la rete di comunicazioni mediante telefoni cellulari che sta registrando una rapida crescita e si sta espandendo sempre più in Europa ed in Asia. Il PowerBox della Allgon può anche venire usato per la rete ETACS e lo standard vigente negli USA.

Il mercato dei telefoni cellulari ha un potenziale enorme. La rete GSM è in corso di installazione in Europa ed in Asia. E quanto più ampia è la rete, tante più ombre radio vi sono, il che significa che il cellulare può perdere il contatto.

Il PowerBox della Allgon è un prodotto originale, adatto per i cellulari operanti sulla rete GSM. È un'alternativa alla grande varietà di booster attualmente disponibili sul mercato, che dipendono però totalmente dal costruttore. Questo aspetto semplifica inoltre i problemi di spazio dei rivenditori.

(4141)

SCOPERTA UNA STRUTTURA MAGNETICA FINISSIMA — Potrebbe contribuire alla realizzazione di dischi magnetici con capacità ben superiori a quella dei rischi ottici oggi utilizzati.

La Nippon Telegraph and Telephone Corporation (NTT) ha reso noto d'aver scoperto una struttura magnetica ancor più fina e sottile delle particelle cristalline conosciute sino ad oggi come le più piccole unità magnetiche per memorizzare dati. I tecnici della NTT hanno realizzato tale scoperta nel corso di lavori effettuati su una lega magnetica costituita da un film sottile di cobalto-cromo (Co-Cr) che potrebbe benissimo divenire il nuovo mezzo esclusivo per la memorizzazione magnetica ad alta densità.

I ricercatori della NTT si accorsero dell'esistenza di una struttura magnetica nei cristalli di un film sottile di Co-Cr, grazie all'impiego di un microscopio elettronico. Un programma di ricerche successivamente intrapreso in collaborazione con l'Istituto giapponese di ricerca sull'energia atomica, ha permesso oggi di confermare l'esistenza di tale struttura.

I lavori hanno messo in evidenza una struttura magnetica finissima con una periodicità di circa 8 nanometri (1 nm equivale a un milionesimo di millimetro). Questo valore è circa dieci volte inferiore a quello dei cristalli della lega di film sottile che misurano ciascuno svariate decine di nanometri di diametro. La messa a punto di tecniche che consentirebbero di controllare questa struttura micromagnetica e ne permetterebbero l'utilizzazione appropriata, potrebbe dare densità di memorizzazione di circa 10 gigabit per cm^2 (1 giga equivale a 1 miliardo). Un disco di 2 pollici e mezzo potrebbe quindi immagazzinare un volume d'informazioni equivalente a quello contenuto in dieci anni di stampa quotidiana. Una tale capacità sarebbe superiore di circa 100 volte a quella dei dischi magnetici o ottici oggi esistenti.

(4139)

DISK DRIVE PER APPLICAZIONI MULTIMEDIALI — La crescita esplosiva delle applicazioni multi mediali richiede hard drive magnetici dalle prestazioni sempre migliori. Ciò è particolarmente vero nel caso di generazione di immagini video in movimento, animazione, nell'implementazione di suono digitale su PC desktop o in applicazioni per la cattura di video in tempo reale da memorizzare su hard disk.

I disk drive adatti per applicazioni multimediali di fascia medio alta devono avere tre requisiti di base:

- una capacità di memoria sufficiente
- una velocità di accesso elevata
- permettere un trasferimento dei dati senza interruzioni.

Poche applicazioni richiedono tanta capacità di memoria di massa come quelle multimediali (in particolare le applicazioni audio e video). Per esempio, uno schermo video (480×600 pixel) a 24 bit contiene circa 1 MB di dati non compressi. La frequenza di visualizzazione per immagini video in movimento è di 30 frame al secondo (fps). Ciò significa che ci vorrebbe circa 1 GB per memorizzare le informazioni video contenute in uno spot televisivo di 30 secondi.

Per questo motivo chi si occupa delle applicazioni multimediali impiega delle tecniche di compressione, come gli algoritmi JPEG (Joint Photographics Expert's Group) e MPEG (Motion Pictures Expert's Group) che permettono di ridurre i dati di un fattore 10 o 24. Chi si occupa di sviluppo è riuscito inoltre a ridurre le dimensioni della memoria di massa necessaria utilizzando immagini più piccole e riducendo il numero complessivo di colori utilizzati. Oggi il formato più comune per la visualizzazione di immagini video in movimento è 1/4 di schermo, quindi una finestra da 320×240 pixel.

Grazie alla tecnica di compressione e all'utilizzo di finestre di dimensioni ridotte, la memorizzazione di dati relativi ad immagini video in movimento su drive ad alte capacità comincia a diventare possibile. In effetti più grande è la capacità del drive, minore è la compressione necessaria. Supponiamo ad esempio di dover memorizzare un'immagine con un rapporto di compressione 10:1 su un 1/4 di schermo, con definizione di 24 bit. Un singolo frame è descritto da circa 12.800 bytes. A 30 frame al secondo sono quindi necessari, per una visualizzazione in tempo reale, 384.000 byte/secondo. Dividendo 500 MB per questo fattore si ottengono 1302 secondi, 11 minuti: più che sufficienti per moltissime applicazioni.

Il taglio da 500 MB è considerato generalmente quello minimo per la maggior parte delle applicazioni multimediali sofisticate (nel caso di video game o di altre applicazioni di fascia bassa si possono utilizzare anche dischi da 250 MB). Per molte applicazioni sono più adatti i dischi da 1 GB.

Ovviamente la capacità del disco non è sufficiente se il throughput non è in grado di permettere la visualizzazione delle immagini video in tempo reale. Il trasferimento di immagini non compresse, a pieno schermo, richiede un throughput di 30 MB/secondo: molto al di sopra delle possibilità di qualunque disk drive attualmente in commercio. Anche nel caso si utilizzi la compressione, tuttavia, la visualizzazione a pieno schermo di questo tipo di immagini richiede un trasferimento dei dati ad altissima velocità tra l'hard disk e il video driver. Con un rapporto di compressione di 10:1, la visualizzazione di immagini in movimento a pieno schermo, con 24 bit di colore richiede un throughput minimo di 3 MB/s. A rapporti di compressione inferiori a velocità di quadro maggiore o con 32 bit di colore il throughput necessario è ancora più elevato.

Un'altra applicazione multimediale degli hard disk drive è la memorizzazione di programmi ed informazioni provenienti da CD-ROM. I CD-ROM sono un mezzo estremamente economico per distribuire programmi software. Tuttavia il basso tempo di trasferimento e il tempo di accesso piuttosto lungo li rendono una scelta non ottimale nel caso di giochi o possono rendere lenta la ricerca di grosse masse di dati.

L'industria multimediale non ha ancora definito uno standard minimo di trasferimento dei dati dal drive; ovviamente però più veloce è il drive, migliore è la situazione. Un drive veloce richiede una minor compressione per riprodurre un'immagine ad alta qualità. Attualmente i disk drive ad alta capacità da 3,5" garantiscono un throughput buffer to host estremamente elevato. Il throughput di 4-5 MB/s della nuova famiglia Emire di Quantum e le velocità medie di trasferimento dei dati di 7,3 MB/s dei drive Grand Prix di Quantum sono adatti ad applicazioni multimediali sofisticate.

Un throughput molto veloce non è sufficiente; il trasferimento dei dati deve mantenersi a velocità estremamente elevate per lunghi periodi di tempo, senza interruzione.

Ma la maggior parte dei disk drive introducono ritardi superiori agli 0,25 secondi nel trasferimento, da 4 a 6 volte ogni mezz'ora. Ciò significa un'interruzione di 2-8 frame al minuto. L'effetto di questa interruzione varia in base alla risoluzione, alle dimensioni delle immagini sullo schermo, ai colori visualizzati, al numero di frame al secondo e alla tecnologia di compressione.

Il ritardo ha effetti peggiori nelle applicazioni video che utilizzano immagini di dimensioni maggiori sullo schermo. Può essere estremamente pericoloso in applicazioni di produzione, nel caso in cui segnali video ed audio derivanti da fonti diverse sono mescolati per realizzare una presentazione finale. Poiché l'utente deve esaminare il segnale in tempo reale, un frame alla volta, non è possibile effettuare la compressione dei dati. Un'applicazione particolarmente critica è il caricamento dei dati sul drive o il trasferimento ad un supporto magnetico (nastro). Ciò richiede una velocità di trasferimento di regime, costante, per tutta la durata della produzione (nel caso di lungometraggi stiamo parlando di periodi di due ore).

La maggior parte dei drive introducono ritardi di trasferimento quando eseguono un processo denominato «ricalibrazione termica». Questa calibrazione è necessaria per compensare l'espansione e la contrazione dei componenti dei drive, dovuti ai cambiamenti di temperatura. Inoltre la coppia torcente dei drive che ruotano a velocità che possono raggiungere i 7200 giri al minuto può richiedere un'ulteriore ricalibrazione. Se non si effettuano queste ricalibrazioni in maniera regolare, i dati possono essere danneggiati.

La tecnologia servo embedded (un settore nel quale Quantum ha cominciato ad operare già nel 1980) elimina la necessità della ricalibrazione termica. Poiché tutti i disk drive di Quantum integrano la tecnologia «servo embedded», garantiscono flussi di dati senza alcuna interruzione. Ciò rende le famiglie ProDrive LPS™ e Quantum Lightning™ per Pc di fascia medio-alta, e Quantum Empire e Grand Prix per workstation, server e disk array, particolarmente adatti per applicazioni multimediali.

Per valutare come la ricalibrazione termica incide sulle prestazioni degli hard disk nelle applicazioni multimediali, Quantum ha sviluppato dei test che simulano la lettura di dati multimediali da hard disk. Per poco più di un'ora, il programma legge i dati sequenziali dall'inizio alla fine di un drive in un ciclo continuo e registra e misura eventuali ritardi.

Il paragone tra i nuovi driver di Quantum e gli hard disk drive di altri due produttori è particolarmente esplicativo. I drive del primo produttore introducono un ritardo medio di trasferimento dei dati che varia da 0,250 a 0,290 secondi, due volte ogni mezz'ora, al minuto 5 e 25. Ogni ritardo fa perdere circa 8 frame. Il secondo drive ha introdotto un ritardo di 0,280 secondi tre volte in mezz'ora, al minuto 7,17 e 27. Il drive Quantum, invece, non ha introdotto alcun ritardo nel flusso di dati multimediale. Il flusso di dati non presentava alcuna interruzione durante tutto il periodo di test. La differenza è dovuta alla tecnologia «servo» utilizzata e al tipo di correzione termica.

La funzione del «servo sistema» di un hard disk drive è quella di posizionare la testina di lettura-scrittura sulla traccia voluta contenente i dati, e di muovere la testina ad una nuova traccia quando ciò sia necessario. Vi sono due tipi fondamentali di servo sistemi: quelli dedicati e quelli embedded. In un servo sistema dedicato, una delle facce di uno dei dischi è dedicata alla informazione di posizionamento, e una testina non fa null'altro che leggere i dati presenti su questa faccia. Il canale del servo sistema verifica la posizione della testa del servo sistema, e il microprocessore usa queste informazioni per controllare il posizionamento di ognuna delle testine destinate alla lettura dei dati. I servo sistemi dedicati sono particolarmente efficienti a densità di 1.000-2.000 tracce per pollice (tpi). A questa densità relativamente bassa di traccia si può supporre che se la testina del servo sistema si muove fino a raggiungere la posizione voluta, anche le altre testine si muovono di conseguenza e con notevole precisione.

Ma nei drive a densità più elevate, con 3.000-4.000 tracce per pollice, questo assunto non è più valido. L'elevata densità di traccia e il maggior numero di dischi nel sistema riducono la tolleranza di disallineamento. Con la crescita delle dimensioni della pila di dischi, la distanza tra la testina del servo sistema e la testina destinata alla lettura dei dati diventa piuttosto elevata, può raggiungere gli 0,75". Le variazioni di temperatura contribuiscono agli errori: il riscaldamento dell'unità fa sì che i supporti che mantengono il disco nella loro posizione si muovano leggermente, e tutti i dischi di conseguenza possono ruotare in maniera lievemente eccentrica.

Per compensare entrambe queste forme di disallineamento, i servo sistemi dedicati normalmente leggono e memorizzano l'offset delle testine che risulta da questi errori. Devono quindi essere eseguite delle operazioni di ricalibrazione che richiedono del tempo.

Per raccogliere i dati necessari, il disco deve leggere le tracce con tutte le testine attive e deve rilevare i dati sugli offset relativi fra la testina del servo sistema e la testina per la lettura dei dati. Queste informazioni devono poi essere memorizzate in una tabella alla quale è necessario fare riferimento durante ogni operazione di lettura e di ricerca di dati su disco. Sono necessari da 1 a 2 rotazioni di ogni singolo disco per ottenere informazioni di offset valide.

Il numero di ricalibrazioni termiche per unità di tempo (per esempio 30 minuti) dipende dall'architettura meccanica, dall'altezza del blocco di dischi, dall'interasse tra il disco del servo sistema e il disco dei dati, dal numero di dischi presenti nell'unità e dalla spaziatura tra le tracce. Durante ogni ricalibrazione termica il drive non è disponibile, in maniera intermittente, alla lettura o alla scrittura dei dati da parte dell'utente.

I più sofisticati servo sistemi embedded, come quelli che fanno uso della tecnologia di servo sistema Quantum di terza generazione, non richiedono alcuna ricalibrazione termica per garantire l'integrità dei dati. Invece di inserire il servo sistema su una faccia dedicata di un disco, i servo sistemi embedded prevedono che i dati di servo sistema siano associati ai dati utente, su ogni faccia di un disco.

Ciò significa che le informazioni di servo sistema e i dati da leggere/scrivere vengono rilevati dalla stessa testina; ciò elimina la possibilità di offset di testine e di errori di altro tipo. Poiché l'integrità dei dati è assolutamente garantita, i servo sistemi sofisticati embedded, come quelli che fanno riferimento alla tecnologia di servo sistema embedded di Quantum, non richiedono ricalibrazioni termiche. Ciò significa che il flusso dei dati può essere ininterrotto, caratteristica fondamentale per il mondo multimediale.

I drives Quantum Empire e Grand Prix, con densità che variano da 540 MB a 4,2 GB e con throughput continuo che può raggiungere i 7,3 MB/s, sono scelte eccellenti per applicazioni di produzione audio/video di alto livello, editing, animazione, applicazioni grafiche in ambito medico e legale e video on demand. I drive ProDrive LPS da 540 MB e Quantum Lightning da 540-730 MB garantiscono un throughput decisamente elevato (fino a 3,7 MB/s) e sono adatti per presentazioni multimediali, applicazioni grafiche e alcune applicazioni di produzione audio/video ed editing su PC. Tutti questi drive utilizzano la tecnologia di servo sistema embedded di Quantum e sono in grado di garantire quindi un flusso di dati senza interruzione. Le applicazioni multimediali stanno diventando sempre più comuni. Quantum è convinta che i driver per applicazioni multimediali diventeranno standard in moltissimi PC, workstation e nei server del futuro.

(4143)

FREQUENZIMETRI PORTATILI CON PRESTAZIONI DA LABORATORIO — Il nuovo PM 6685-R con riferimento di frequenza atomico al rubidio è il frequenzimetro portatile più preciso sul mercato.

Fluke ha ulteriormente esteso la precisione dei suoi frequenzimetri/calibratori portatili serie PM 6685 con l'introduzione del PM 6685 al rubidio. Il riferimento atomico di frequenza al rubidio controllato in risonanza incorporato in questo modello offre una visualizzazione a 10 cifre ed una risoluzione relativa di misura ineguagliata di 2,5 × 10 (–10) in un secondo, rendendo il PM 6685-R il frequenzimetro più preciso sul mercato.

Il riferimento al rubidio assicura il mantenimento di un'elevata stabilità, anche sotto severe condizioni di funzionamento sul campo con trasporto frequente. Il principio di risonanza atomica del rubidio è intrinsecamente 100 volte più stabile dei convenzionali risonatori al quarzo elettromeccanici. Ciò rende l'uso di un riferimento al rubidio la scelta migliore per le misure sul campo e le calibrazioni richiedenti precisioni migliori di una parte su 10 (–8), o dove non è possibile la calibrazione frequente dello strumento.

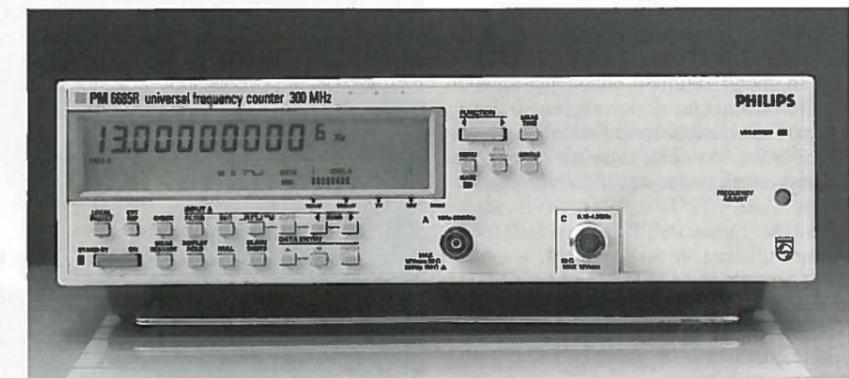
Raggiungere precisioni di questo ordine richiedeva tradizionalmente configurazioni complesse o misure laboriose per ottenere la risoluzione desiderata. Fornendo letture affidabili a 10 cifre in solo uno o più secondi, il PM 6685-R permette di eseguire misure di calibrazione ad elevata precisione con la comodità di richiedere solo un contatore digitale.

I brevi tempi di riscaldamento, pari ad un massimo di 6 minuti per una precisione di 1 × 10 (–9) o di 30 minuti per un valore di 1 × 10 (–10), significano che il PM 6685-R è rapidamente pronto per l'uso dopo il trasporto o lo spostamento all'interno di un edificio. Il risultato è una vera funzionalità di calibrazione «connetti e lavora» per l'uso sul banco e sul campo.

Queste avanzate prestazioni del contatore/calibratore si uniscono alla completa portatilità, rendendo il PM 6685-R ideale per calibrazioni ad elevata precisione all'esterno dell'ambiente del Laboratorio di Calibrazione, per esempio nei trasmettitori delle stazioni base di grandi reti di telecomunicazioni come la GSM.

Il campo standard della frequenza d'ingresso del PM 6685-% è di 300 MHz, con opzioni che estendono il campo fino a 1,3 GHz, 2,7 GHz o 4,5 GHz. Queste opzioni permettono di eseguire misure di calibrazione digitale ad alta frequenza, senza la complessità dell'uso di sintetizzatori, miscelatori e filtri per raggiungere la risoluzione richiesta.

Le letture dei valori di frequenza arbitrari difficili da leggere con molte cifre differenti sono facilitate da tecniche di conteggio digitale, che permettono anche un offset digitale o l'annullamento del valore visualizzato.

Le prestazioni d'invecchiamento del PM 6685-R sono di appena 5 × 10 (–11)

dopo 1 mese di funzionamento continuo e 5 × 10 (–10) dopo un anno.

Per la massima sicurezza, il PR 6685-R ha una protezione automatica contro i sovraccarichi su tutti gli ingressi. Gli ingressi RF opzionali (fino a 4,5 GHz) sono protetti da diodi PIN per sopportare livelli d'ingresso superiori a 12 Veff

Oltre alla scelta di ingressi ad alta frequenza, il PM 6685-R è disponibile anche con opzioni che includono l'interfaccia GPIB/IEEE-488.2 per l'uso in sistemi di misura automatizzati ed una custodia per il trasporto.

Fondata nel 1948, Fluke Corporation ha oltre 2.700 dipendenti in tutto il mondo ed ha sede in Everett, WA, USA.

Nel Maggio 1993 Fluke Corporation ha acquistato la maggior parte delle attività di test e misura di Philips Electronics N.V., assumendo la responsabilità diretta dello sviluppo, produzione, commercializzazione, vendita e supporto in tutto il mondo delle linee di prodotto combinate delle due aziende.

(4142)

GLI STADI OLIMPICI NORVEGESI ILLUMINATI CON NUOVE TECNICHE — La maggior parte degli stadi olimpici norvegesi (per i giochi invernali del '94) sono stati costruiti recentemente e costituiscono un esempio particolarmente significativo di moderna architettura sportiva. I progettisti infatti hanno dovuto soddisfare notevoli esigenze di carattere strutturale e funzionale e soprattutto di illuminazione, in quanto valori di illuminamento, indici di uniformità e resa cromatica dovevano rispondere alle norme internazionali sull'illuminazione prevista per le trasmissioni televisive a colori.

Negli stadi olimpici di Lillehammer e dintorni sono stati installati all'incirca 500 proiettori Siemens, distribuiti in tre grandi strutture coperte e nell'impianto di salto (trampolino) con gli sci, dove sono avvenute anche le manifestazioni di apertura e chiusura dei giochi invernali.

L'impianto di illuminazione più avanzato e articolato di tutta la Norvegia, e presumibilmente di tutta l'area scandinava, è stato installato nel padiglione più grande dello stadio Haakons Hall, costruito nel 1992/93 nel parco olimpico di Lillehammer e previsto per oltre 10.000 spettatori. L'impianto offre ben 28 diverse possibilità di illuminazione e quindi può essere adattato in modo ottimale anche per quelle manifestazioni che vi si svolgeranno dopo i giochi olimpici (manifestazioni di carattere sportivo, concerti, esposizioni, ecc.) e che richiedono soluzioni illuminotecniche differenziate.

Anche l'area dell'Haakons Hall può essere utilizzata in diversi modi: o come arena centrale di 54 m × 94 m (dove si sono svolte anche gran parte delle gare olimpiche di hockey su ghiaccio) oppure suddivisa in quattro piccoli padiglioni ad illuminazione separata.

L'impianto di illuminazione è costituito da 137 proiettori Siemens (tipo 5 NA 715) con lampade ad alogenuri Osram (HQI-T 2000 W/D/I) e distribuzione della luce in parte diffondente e in parte concentrante. Poiché il tetto del padiglione presenta un profilo asimmetrico con soffitti di diversa altezza, i proiettori sono stati sospesi ad altezze comprese fra 23 m e 33 m e distribuiti in massima parte nel lato più alto del padiglione, ottenendo così livelli di elevata uniformità. L'illuminamento può essere variato da 1400 lx (illuminamento verticale medio richiesto per giochi invernali) a 100 lx (illuminamento orizzontale durante gli allenamenti). Angoli di orientamento minori di 40° consentono di eliminare fastidiosi riflessi sul ghiaccio.

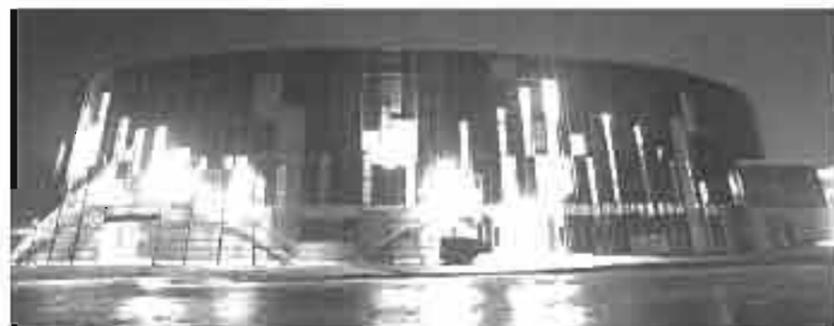
Anche gli altri due complessi (l'Hamar Olympiske Amfi per 6000 spettatori e il Gjovik Olympiske Fjelhall per 5100 spettatori) sono stati progettati come strutture polifunzionali ed attrezzanti con lo stesso tipo di proiettori Siemens, installati nell'Haakons Hall.

Nell'Hamar-Amphitheater, dove hanno avuto luogo le gare olimpiche di pattinaggio artistico, sono stati installati 88 proiettori con ottiche ad irraggiamento ampio: è stata scelta la disposizione incrociata simmetrica, in quanto presenta parecchi vantaggi e precisamente: richiede un ridotto numero di proiettori e consente sia di utilizzare al meglio le loro caratteristiche illuminotecniche, con influssi positivi sui costi di gestione ottimizzando il comfort visivo generale.

I livelli di illuminamento del «Ol 'Amfi» possono essere dimensionati su cinque gradini, due da 1400 lx e 1000 lx (illuminamento verticale per riprese televisive), uno da 600 lx (illuminamento orizzontale per gare «normali») e due da 300 lx e 200 lx (illuminamento orizzontale) per allenamenti.

Allo stesso modo è stata gestita l'illuminazione del GJovik Fjellhall, una struttura di 12.500 mq scavata nella roccia a 150 metri di profondità, con soffitto a volta di 60 metri di larghezza e pareti rinforzate con rete d'acciaio. Anche in questo caso sono stati impiegati, come per l'Hamar Amphitheater, 88 proiettori in configurazione incrociata; la zona centrale è stata inoltre rinforzata con altri 12 proiettori.

Le gare di salto con gli sci sono state seguite sul posto da 47.500 spettatori. Per illuminare i due trampolini (90 metri e 120 metri), la Siemens ha fornito 158 proiettori tipo 5 NA 726 con lampade Osram HQI-TS 2000 W/D/S, disposti su pali di altezza compresa fra 30 e 43 metri. Anche l'illuminazione di questo impianto è stata quindi dimensionata per riprese televisive a colori.

(4135)

Museo della Radio e della Televisione Rai, Torino
Radioricevitore Burndept a Onde Corte 10-100 3 valvole - equipaggiamento ausiliario del dirigibile "Italia" spedizione Nobile al Polo operò su metri 33 nelle operazioni di soccorso ai superstiti (radiotelegrafista Biagi) 1928.

Museo della Radio e della Televisione Rai, Torino
Radiotrasmettitore OFFICINE MARCONI-GENOVA a scintilla frazionata per radiotelegrafia equipaggiava il dirigibile italiano "USUELLI" (campagna di Libia) 1914.